

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-317385

(43)Date of publication of application : 16.11.2001

(51)Int.Cl.

F02D 29/02
B60K 6/02
B60L 11/14

(21)Application number : 2000-136907

(71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP

(22)Date of filing : 10.05.2000

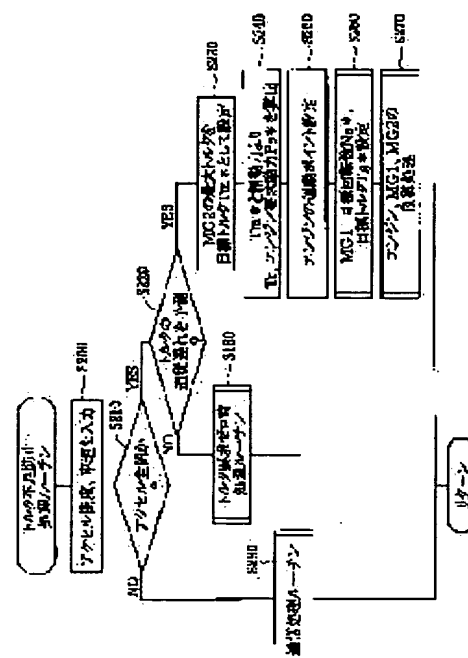
(72)Inventor : NADA MITSUHIRO

(54) POWER OUTPUTTING DEVICE AND CONTROL METHOD THEREFOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve the reaction property for outputting power by corresponding to driver's intention when demand power is changed from an absent state to a present state.

SOLUTION: In a hybrid vehicle capable of outputting power to a drive shaft from both of an engine and an electric motor, accelerator opening and vehicle speed are inputted (step S200) to predict whether torque follow-up delay arises or not (step S220) if next time power demand is given when accelerator opening is in a fully closed state (step S210). If follow-up delay is predicted, predetermined control is done for the engine and the electric motor (steps S230 to S270), torque is transmitted to an axle from an engine to output power outputted by the engine from a drive shaft speedily if next time power demand is given. The torque transmitted to the drive shaft is cancelled by torque outputted by the electric motor while an accelerator is fully closed.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] While outputting power from said driving shaft by having an engine and a motor and transmitting the power outputted at least from one side of said engines and motors to the driving shaft which outputs power outside The magnitude of the power outputted from this driving shaft is a power output unit depending on the magnitude of the power outputted from said engine. So that the power which should be outputted from the power which said engine should output, and said driving shaft may be set up based on the power which an operator demands from said driving shaft and said engine and said driving shaft may output the power set up, respectively When there are not an operator to a control means which controls said engine and said motor at least, and a power demand When there is a power demand next time, the power outputted from said driving shaft is equipped with a prediction means to predict whether the power which an operator demands can be followed. Said control means When it is predicted that it is the case where an operator to a power demand cannot be found, and said prediction means cannot be followed The power output unit characterized by setting up a bigger value than the value set up as power which said engine should output when it is predicted that said prediction means can be followed as power which said engine should output.

[Claim 2] While transmitting the power which is a power output unit according to claim 1, was combined with the output shaft and said driving shaft of said engine, and was outputted from said engine to said driving shaft It has further a power adjustment means by which an exchange of power adjusts the magnitude of the this power transmitted. Said motor It is the power output unit which is combined with said driving shaft, and controls said power adjustment means further so that said control means outputs the power which said engine and said driving shaft set up, respectively.

[Claim 3] Said control means is a power generator according to claim 1 or 2 characterized by controlling so that the output from both said motors and said engines is transmitted to said driving shaft when the value set up as power which should be outputted from said driving shaft based on the power which an operator demands from said driving shaft exceeds a predetermined value.

[Claim 4] There is no claim 1 and it is the power output unit of a publication 3 either. Said prediction means A detection means by which the power actually outputted from said driving shaft detects whether an operator's demand power has been followed when it shifts to the condition of being from the condition that there is no power demand, from said operator, The power output unit characterized by what is predicted based on the detection result which is equipped with a storage means to memorize the detection result of this detection means, and is memorized by said storage means.

[Claim 5] It is the power output unit which is a power output unit of a publication 4 either, is further equipped with claim 1 thru/or the dc-battery which exchanges electrical energy between said motors at least, and is characterized by predicting that said prediction means cannot be followed at an operator's demand power when the remaining capacity of said dc-battery is below the specified quantity.

[Claim 6] It is the power output unit characterized by to control said engine and said motor at least so that the amount of currents supplied to said dc-battery while collecting a part of power [at least] outputted from said engine as electrical energy, when it is a power output unit according to claim 5 and it is predicted that said control means is the case where an operator to a power demand cannot be found, and cannot follow said prediction means may not exceed the permissible dose of said dc-battery.

[Claim 7] Said control means is a power output unit according to claim 2 characterized by to control said power adjustment means and said motor so that it is the case where an operator to a power demand cannot be found, and the torque generated in said driving shaft with said engine may be negated with the torque which said motor

generates, while power is transmitted to said driving shaft from said engine by said power adjustment means, when it is predicted that said prediction means cannot be followed.

[Claim 8] The torque which is a power output unit according to claim 7, and said motor generates is a power output unit characterized by being the maximum torque in which the output of said motor is possible according to the rotational frequency of said driving shaft at that time.

[Claim 9] It is a power output unit according to claim 7 or 8, and has further the dc-battery which exchanges electrical energy between said power adjustment means and said motors. Said control means When it is predicted that it is the case where an operator to a power demand cannot be found, and said prediction means cannot be followed The power output unit with which power outputted from said driving shaft is characterized by setting up the value according to at least one of extent predicted to be unable to follow the power which an operator demands, and the remaining capacity of said dc-battery as a value which said engine should output.

[Claim 10] There is no claim 1 which predicts [said] whether it can follow or not while said driving shaft is rotating, and said prediction means is the power output unit of a publication 9 either.

[Claim 11] The hybrid car it runs with claim 1 thru/or the power which is equipped with the power output unit of a publication 10 either, and is outputted from said driving shaft.

[Claim 12] While outputting power from said driving shaft by having an engine and a motor and transmitting the power outputted at least from one side of said engines and motors to the driving shaft which outputs power outside The magnitude of the power outputted from this driving shaft is the control approach of the power output unit depending on the magnitude of the power outputted from said engine. (a) So that the power which should be outputted from the power which said engine should output, and said driving shaft may be set up based on the power which an operator demands from said driving shaft and said engine and said driving shaft may output the power set up, respectively When there are not the (b) operator to a process which controls said engine and said motor at least, and a power demand When there is a power demand next time, the power outputted from said driving shaft is equipped with the process which predicts whether the power which an operator demands can be followed. The aforementioned (a) process When it is predicted that it is the case where there is no power demand, and cannot follow in the aforementioned (b) process from an operator The control approach of the power output unit characterized by setting up a bigger value than the value set up as power which said engine should output when it is predicted that it can follow in the aforementioned (b) process as power which said engine should output.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] About a power output unit and its control approach, in detail, this invention is equipped with an internal combustion engine and a motor generator, and relates to a hybrid car at the power output unit combined so that an internal combustion engine's output shaft, the revolving shaft of a motor generator, and a driving shaft might maintain predetermined relation and its control approach, and a list.

[0002]

[Description of the Prior Art] In recent years, various configurations are proposed as a hybrid car which is equipped with a motor in addition to an internal combustion engine. Compared with the car which carried the conventional gasoline engine, a hybrid car can be reduced sharply and its social request is increasing the consumption of a fossil fuel with aggravation of an environmental problem. There is a parallel hybrid car as a kind of a hybrid car. By the parallel hybrid car, both the power from an internal combustion engine and the power from a motor can be transmitted to an axle. An example of the configuration of a parallel hybrid car is shown in drawing 1.

[0003] As for the hybrid car shown in drawing 1, it has an engine 150 and motor generators MG1 and MG2. These 3 person is mechanically combined through planetary gear 120. Planetary gear 120 are also called an epicyclic gear and have three revolving shafts combined with each gear shown below. The gears which constitute planetary gear 120 are the planetary pinion gear 123 which revolves around the sun while rotating on the periphery of the sun gear 121 which rotates at the core, and a sun gear 121, and the ring wheel 122 further rotated on the periphery. The planetary pinion gear 123 is supported to revolve by the planetary carrier 124. By the hybrid car of drawing 1, it combines with the revolving shaft of the planetary carrier 124, and the crankshaft 156 which is the driving shaft of an engine 150 constitutes the planetary carrier shaft 127. Moreover, the driving shaft of a motor generator MG 1 is combined with the revolving shaft of a sun gear 121, the sun gear shaft 125 is accomplished, it combines with the revolving shaft of a ring wheel 122, and the driving shaft of a motor generator MG 2 constitutes the ring wheel shaft 126. Furthermore, the ring wheel 122 is combined with the axle 112 through a chain belt 129 and a differential gear.

[0004] Such a hybrid car can run in the various condition by the function of the above-mentioned planetary gear 120. For example, where [comparatively low speed] transit is begun, while the hybrid car had suspended the engine 150, power is transmitted to an axle 112 by what is acted as the power running of the motor generator MG 2 (a play is given as a motor), and it runs. It may run carrying out idle operation of the engine 150 similarly. Since it is difficult to make energy efficiency high enough when obtaining power from an engine 150 at the time of low-speed transit, at the time of the low-speed transit at the time of start etc., the energy efficiency of the whole car can be raised by obtaining power with a motor generator MG 2 in this way.

[0005] If a hybrid car reaches a predetermined rate after transit initiation, by the torque outputted by acting as the power running of the motor MG 1, a control system 200 will carry out motoring of the engine 150, and will start. At this time, the reaction force torque of a motor generator MG 1 is outputted also to a ring wheel 122 through planetary gear 120.

[0006] If an engine 150 is operated and the planetary carrier shaft 127 is rotated, the sun gear shaft 125 and the ring wheel shaft 126 will rotate under predetermined conditions. The power by rotation of the ring wheel shaft 126 is transmitted to Wheels 116R and 116L as it is. The power by rotation of the sun gear shaft 125 can be revived as power with a motor generator MG 1 (a play is given as a generator). On the other hand, if it acts as the power running of the motor generator MG 2, power can be outputted to Wheels 116R and 116L through the

ring wheel shaft 126.

[0007] At the time of steady operation, the output of an engine 150 is set as a value almost equal to the demand power (namely, rotational frequency x demand torque of an axle 112) of an axle 112. At this time, a part of output of an engine 150 is told to the direct axle 112 through the ring wheel shaft 126, and the remaining output is revived as power by the motor generator MG 1. Since a motor generator MG 2 generates the torque which rotates the ring wheel shaft 126, the revived power is used. Consequently, it is possible to drive an axle 112 with a desired rotational frequency and desired torque.

[0008] When the torque transmitted to an axle 112 runs short, torque is assisted with a motor generator MG 2. The power stored in the power and the dc-battery 194 which were revived with the motor generator MG 1 is used for the power for this assistance. Thus, a control system 200 controls operation of two motor generators MG1 and MG2 according to the demand power which should be outputted from an axle 112.

[0009] [Problem(s) to be Solved by the Invention] However, while opting for the output of an engine 150 according to the demand power called for as engine-speed (vehicle speed) x demand torque of an axle 112 in this way, when drive control of an engine 150 and motor generators MG1 and MG2 was performed, the case where it became impossible for the power which an operator means depending on the transit conditions of a car to output with sufficient reactivity was able to be considered. That is, once accelerator opening became a value 0, since demand torque served as a value 0, the dynamogenesis for the car drive by the engine 150 and motor generators MG1 and MG2 was stopped, but when demand torque became large after that again, time amount was taken for an engine 150 to restart and to be able to output required power now, and there was a case where acquiring desired torque took time amount.

[0010] For example, if a road puts in a curve and makes accelerator opening a closed state for moderation of an operator while the car is carrying out climb transit in the gap ground, the demand power to an engine 150 serves as a value 0, and an engine 150 will be in a halt or an idling condition. Here, desired acceleration may not be obtained, in order to take time amount before sufficient output is obtained from an engine 150 though an accelerator is again stepped on with passage of a curve. Moreover, since demand power will be called for as vehicle speed x demand torque (accelerator opening) as described above once it slows down accelerator opening by considering as a closed state, Since the acceleration taken to reach a desired rate will also become large once demand power big enough is not *****ed immediately but it further slows down although an accelerator is estimated that it will accelerate, It will be in the condition that torque was insufficient for accelerating, carrying out climb transit, and there is a possibility that desired acceleration may no longer be obtained.

[0011] In between [until sufficient power comes to be obtained from an engine 150], it is possible to usually obtain power from a motor generator MG 2 using the power stored in the dc-battery 194. However, when you need big torque like [at the time of climb transit], and when you needed bigger torque like [in the case of accelerating, once slowing down at the time of climb transit, as described above], it became inadequate [just the output from a motor generator MG 2], and there was a case where the desired vehicle speed was no longer obtained. That is, by hybrid car which requires the output from an engine 150 at the time of heavy load transit, torque will run short inevitably in between [until sufficient output comes to be obtained from an engine 150] as engine performance of a car at the time of re-acceleration as described above, once making an accelerator into a closed state at the time of climb transit.

[0012] moreover, in case climb transit of the road where a curve which the need for the output from an engine 150 described above also in the low hybrid car in the time of heavy load transit continues is carried out If sufficient output comes to be obtained from an engine 150, it puts in a curve again and the situation which repeats that demand power becomes a value 0 can be considered, and in such a case, a motor generator MG 2 continues outputting power using the power stored in the dc-battery 194 at every re-acceleration. Therefore, there was a possibility that the power consumption of the dc-battery 194 by the motor generator MG 2 might fall even to extent of not being asked for SOC of a dc-battery 194, intermittently. If SOC of a dc-battery 194 falls, it will become impossible to continue transit which outputs power from a motor generator MG 2 using the power stored in the dc-battery 194, and continues a climb.

[0013] The power output unit and its control approach of this invention solved such a problem, were made for the purpose of raising more the reactivity which outputs power corresponding to an intention of an operator, when it changes from a condition without demand power to a certain condition, and took the next configuration.

[0014] [The means for solving a technical problem, and its operation and effectiveness] By equipping the power output

unit of this invention with an engine and a motor, and transmitting the power outputted at least from one side of said engines and motors to the driving shaft which outputs power outside While outputting power from said driving shaft, the magnitude of the power outputted from this driving shaft is a power output unit depending on the magnitude of the power outputted from said engine. So that the power which should be outputted from the power which said engine should output, and said driving shaft may be set up based on the power which an operator demands from said driving shaft and said engine and said driving shaft may output the power set up, respectively When there are not an operator to a control means which controls said engine and said motor at least, and a power demand When there is a power demand next time, the power outputted from said driving shaft is equipped with a prediction means to predict whether the power which an operator demands can be followed. Said control means When it is predicted that it is the case where an operator to a power demand cannot be found, and said prediction means cannot be followed When it is predicted that said prediction means can be followed, let it be a summary to set up a bigger value than the value set up as power which said engine should output as power which said engine should output.

[0015] The power output unit of this invention constituted as mentioned above outputs power from said driving shaft by transmitting the power outputted outside at least from one side of said engines and motors to the driving shaft which outputs power. Moreover, it depends for the magnitude of the power outputted from a driving shaft on the magnitude of the power outputted from said engine. The power which a control means should output from the power which said engine should output, and said driving shaft based on the power which an operator demands from said driving shaft is set up, and said engine and said motor are controlled by such power output unit at least so that said engine and said driving shaft output the power set up, respectively. Moreover, when there is no power demand and there is a power demand from an operator next time, a prediction means predicts whether the power outputted from said driving shaft can follow the power which an operator demands. It sets up as power with which it is the case where an operator to a power demand cannot be found here, and said engine should output a bigger value than the value set up as power which said engine should output when it is predicted that a control means can follow said prediction means when it is predicted that said prediction means cannot be followed.

[0016] Moreover, by equipping the control approach of the power output unit of this invention with an engine and a motor, and transmitting the power outputted at least from one side of said engines and motors to the driving shaft which outputs power outside While outputting power from said driving shaft, the magnitude of the power outputted from this driving shaft is the control approach of the power output unit depending on the magnitude of the power outputted from said engine. (a) So that the power which should be outputted from the power which said engine should output, and said driving shaft may be set up based on the power which an operator demands from said driving shaft and said engine and said driving shaft may output the power set up, respectively When there are not the (b) operator to a process which controls said engine and said motor at least, and a power demand When there is a power demand next time, the power outputted from said driving shaft is equipped with the process which predicts whether the power which an operator demands can be followed. The aforementioned (a) process When it is predicted that it is the case where there is no power demand, and cannot follow in the aforementioned (b) process from an operator When it is predicted that it can follow in the aforementioned (b) process, let it be a summary to set up a bigger value than the value set up as power which said engine should output as power which said engine should output.

[0017] Since the power which an engine should output sets up more greatly when according to the control approach of the power output unit of such this invention, and a power output unit there is no power demand, there is a power demand from an operator next time and the power outputted from said driving shaft predicts that the power which an operator demands cannot be followed, when there is actually demand power next time, sufficient power can output from an engine immediately. Here, in order to depend for the magnitude of the power outputted from a driving shaft on the magnitude of the power outputted from an engine, it becomes possible to make it fully follow with the power with which an operator demands the power outputted from said driving shaft.

[0018] While transmitting the power which was combined with the output shaft and said driving shaft of said engine, and was outputted from said engine in the power output unit of this invention to said driving shaft It has further a power adjustment means by which an exchange of power adjusts the magnitude of the this power transmitted. Said motor It is combined with said driving shaft, and said control means is good also as controlling said power adjustment means further so that said engine and said driving shaft may output the power set up, respectively.

[0019] In order for a power adjustment means to adjust the magnitude of the power transmitted to a driving

shaft from such a configuration, then an engine, even if it sets up the big value as power which an engine should output, while an operator to a power demand cannot be found, it can prevent originating in an output from an engine and non-wanting power being outputted by work of the above-mentioned power adjustment means from a driving shaft.

[0020] In the power output unit of this invention, said control means is good also as controlling so that the output from both said motors and said engines is transmitted to said driving shaft, when the value set up as power which should be outputted from said driving shaft based on the power which an operator demands from said driving shaft exceeds a predetermined value.

[0021] In such a case, since it is controlled so that the output from both a motor and an engine is transmitted to a driving shaft when the power which should be outputted from a driving shaft is large, also when next demand power is over the above-mentioned predetermined value by setting up more greatly the power which should be outputted from an engine when there is no power demand from an operator, it becomes possible from an engine to output required power promptly.

[0022] When it shifts to the condition are from the condition that said prediction means does not have said operator to a power demand in the power output unit of this invention, it is good also as the power actually outputted from said driving shaft predicting based on the detection result which is equipped with a detection means detect whether an operator's demand power was able to be followed, and a storage means memorize the detection result of this detection means, and is memorized by said storage means.

[0023] When such a configuration, then the situation that an operator's demand power cannot actually be followed occur and there is a power demand next time, the power outputted from a driving shaft predicts that the power which an operator demands cannot be followed. Therefore, the above-mentioned prediction can be performed with a sufficient precision. It can stop that the effectiveness in connection with a power output falls by increasing the power which an engine outputs beyond the need by it.

[0024] Moreover, in the power output unit of this invention, it has further the dc-battery which exchanges electrical energy between said motors at least, and when the remaining capacity of said dc-battery is below the specified quantity, it is good [said prediction means] also as predicting that an operator's demand power cannot be followed.

[0025] When the remaining capacity of a dc-battery which exchanges electrical energy was enough between motors and there is a power demand next time, power can be outputted to a driving shaft from a motor. Since sufficient power cannot be outputted from a motor with [the remaining capacity of a dc-battery] the specified quantity [below], it can be predicted that an operator's demand power cannot be followed. In such a case, it becomes possible to make it fully follow with the power with which an operator demands the power which outputs power promptly from an engine and is outputted from said driving shaft by setting up more greatly the power which should output an engine when there is a power demand next time.

[0026] It is the case where said control means does not have an operator to a power demand in such a power output unit, and when it is predicted that said prediction means cannot be followed, while collecting a part of power [at least] outputted from said engine as electrical energy, it is good also as controlling said engine and said motor at least so that the amount of currents supplied to said dc-battery may not exceed the permissible dose of said dc-battery.

[0027] It predicts that an operator's demand power cannot be followed based on such a configuration, then the remaining capacity of a dc-battery, and since a part of power [at least] outputted from an engine is collected as electrical energy when the power which should be outputted from an engine is set up more greatly, the remaining capacity of a dc-battery is recoverable with such actuation. Therefore, by recovering the remaining capacity of a dc-battery, when there is a power demand next time, it becomes possible also from a motor to output more sufficient power, and the effectiveness of stopping it becoming impossible to follow an operator's demand power can be increased. Furthermore, it can prevent charging said dc-battery according to a big non-wanting current.

[0028] Moreover, it is the case where said control means does not have an operator to a power demand in the power output unit of this invention, and when it is predicted that said prediction means cannot be followed, while power is transmitted to said driving shaft from said engine by said power adjustment means, it is good also as controlling said power adjustment means and said motor so that the torque generated in said driving shaft with said engine may be negated with the torque which said motor generates.

[0029] When there is a power demand a configuration, then such next time, the power currently transmitted to said driving shaft from said engine can be immediately outputted from a driving shaft by controlling said power

adjustment means and said motor. That is, the power currently transmitted from said engine can be immediately outputted from a driving shaft only by requiring time amount required in order to change the operational status of a power adjustment means and a motor, and after there is a next power demand, the reactivity over a power demand can be raised compared with the case where engine power is increased. Therefore, it becomes possible to follow more quickly and to output power from a driving shaft to an operator's demand power.

[0030] In such a power output unit, the torque which said motor generates is good also as being the maximum torque in which the output of said motor is possible according to the rotational frequency of said driving shaft at that time.

[0031] In such a case, since the maximum torque which a motor may output will be transmitted to the driving shaft, when there is a power demand next time, it can become possible to output bigger power from a driving shaft immediately, and the flattery nature to an operator's demand power can be raised.

[0032] In such a power output unit, it has further the dc-battery which exchanges electrical energy between said power adjustment means and said motors. Said control means When it is predicted that it is the case where an operator to a power demand cannot be found, and said prediction means cannot be followed It is good also as setting up the value according to at least one of extent by which the power outputted from said driving shaft is predicted to be unable to follow the power which an operator demands as a value which said engine should output, and the remaining capacity of said dc-battery.

[0033] Since it can prevent such a configuration, then outputting big power from an engine superfluously, it can stop that the effectiveness of the whole power output unit falls.

[0034] Moreover, in the power output unit of this invention, said prediction means is good also as said predicting whether it can follow or not, while said driving shaft is rotating.

[0035] It has the power output unit of a publication 10 either, and the hybrid car of this invention makes it a summary to run with claim 1 thru/or the power outputted from said driving shaft.

[0036] When an operator to a power demand cannot be found according to such a hybrid car When there is a power demand next time and the power outputted from the driving shaft of a car predicts that the power which an operator demands cannot be followed In order to set up more greatly the power which an engine should output, when there is actually demand power next time, sufficient power can be immediately outputted from an engine and it becomes possible to make it fully follow with the power with which an operator demands the power outputted from the driving shaft of a car. Therefore, when it changes to a certain condition from a condition without a power demand, it can stop that transit of a car is slow against an intention of an operator.

[0037]

[Embodiment of the Invention] In order to clarify further a configuration and an operation of this invention explained above, the gestalt of operation of this invention is explained in order of the following based on an example below.

1. Fundamental Actuation 3. of Whole Hybrid Car Configuration 2. Hybrid Car -- Other Configurations [0038] of of Operation 5. Hybrid Car in case Lack of of Operation 4. Torque of General Torque Control is Predicted (1) The whole hybrid car configuration : first, explain the configuration of the hybrid car as an example of this invention. Drawing 1 is the explanatory view showing the whole hybrid car configuration as one example of this invention. This hybrid car is equipped with three prime movers of an engine 150, and the two a motor/generators MG1 and MG2. Here, "the motor/generator" means the prime mover which functions also as a motor (prime mover) and functions also as a generator (generator). In addition, below, since it is easy, these are only called a "motor." Control of a car is performed by the control system 200.

[0039] The control system 200 has Maine ECU 210, the brake ECU 220, the dc-battery ECU 230, and the engine ECU 240. Each ECU is constituted as one unit by which two or more circuit elements, such as a microcomputer which has CPU, ROM, RAM, etc. inside, and an input interface, an output interface, have been arranged on the one circuit board, and performs various control according to the program to which CPU was recorded on ROM. Maine ECU 210 has the motor control section 260 and the master control section 270. The master control section 270 has the function to determine controlled variables, such as allocation of the output of an engine 150 and motors MG1 and MG2.

[0040] An engine 150 is the usual gasoline engine and rotates a crankshaft 156. Operation of an engine 150 is controlled by the engine ECU 240. An engine ECU 240 performs control of the fuel oil consumption and others of an engine 150 according to the command from the master control section 270.

[0041] Motors MG1 and MG2 are constituted as a synchronous motor, and are equipped with Rota 132,142 which has two or more permanent magnets in a peripheral face, and the stator 133,143 around which the three phase

coil 131,141 which forms rotating magnetic field was wound. The stator 133,143 is being fixed to the case 119. The three phase coil 131,141 wound around the stator 133,143 of motors MG1 and MG2 is connected to the secondary dc-battery 194 through the drive circuit 191,192, respectively. The drive circuit 191,192 is the transistor inverter which is equipped with one pair of transistor as a switching element at a time for every phase. The drive circuit 191,192 is controlled by the motor control section 260. If the transistor of the drive circuit 191,192 is switched by the control signal from the motor control section 260, a current will flow between a dc-battery 194 and motors MG1 and MG2. Motors MG1 and MG2 can also operate as a motor which carries out a rotation drive in response to supply of the power from a dc-battery 194, when Rota 132,142 is rotating according to external force (this operating state is hereafter called power running), can function as a generator which makes the both ends of the three phase coil 131,141 produce electromotive force, and can also charge a dc-battery 194 (this operating state is hereafter called regeneration).

[0042] The revolving shaft of an engine 150 and motors MG1 and MG2 is mechanically combined through planetary gear 120. the planetary carrier 124 with which planetary gear 120 have a sun gear 121, a ring wheel 122, and the planetary pinion gear 123 -- since -- it is constituted. By the hybrid car of this example, the crankshaft 156 of an engine 150 is combined with the planetary carrier shaft 127 through the damper 130. The damper 130 is formed in order to absorb twist vibration produced in a crankshaft 156. Rota 132 of a motor MG 1 is combined with the sun gear shaft 125. Rota 142 of a motor MG 2 is combined with the ring wheel shaft 126. Rotation of a ring wheel 122 is transmitted to an axle 112 and Wheels 116R and 116L through a chain belt 129 and a differential gear 114.

[0043] The rotational frequency sensor 144 for measuring the dc-battery sensor 196 for detecting the brake sensor 163 for detecting the accelerator sensor 165 for using various sensors, in order to realize control of the whole car, for example, detecting the amount of treading in of the accelerator by the operator, the shift position sensor 167 which detects the location of a shift lever, and the treading-in pressure of a brake, and the charge condition of a dc-battery 194, and the rotational frequency of a motor MG 2 etc. is used for a control system 200. Since it is mechanically combined with the chain belt 129, the ratio of the rotational frequency of the ring wheel shaft 126 and an axle 112 of the ring wheel shaft 126 and an axle 112 is fixed. Therefore, not only the rotational frequency of a motor MG 2 but the rotational frequency of an axle 112 is detectable by the rotational frequency sensor 144 formed in the ring wheel shaft 126.

[0044] (2) Explain actuation of fundamental actuation [of a hybrid car];, next the hybrid car of this example. In order to explain fundamental actuation of a hybrid car, below, actuation of planetary gear 120 is explained first. Planetary gear 120 have the property in which the rotational frequency of the remaining revolving shaft is decided, if the rotational frequency of two of three revolving shafts mentioned above is determined. The relation of the rotational frequency of each revolving shaft is as a degree type (1).

[0045]

$$N_c = N_s \rho / (1 + \rho) + N_r / (1 + \rho) \quad \text{--- (1)}$$

[0046] Here, N_c is [the rotational frequency of the sun gear shaft 125 and N_r of the rotational frequency of the planetary carrier shaft 127 and N_s] the rotational frequencies of the ring wheel shaft 126. Moreover, ρ is the gear ratio of a sun gear 121 and a ring wheel 122 as it is expressed with a degree type.

$$\rho = [\text{number of teeth of sun gear 121}] / [\text{the number of teeth of a ring wheel 122}]$$

[0048] Moreover, the torque of three revolving shafts is not concerned with a rotational frequency, but has the fixed relation given by the degree type (2) and (3).

[0049]

$$T_s = T_c \rho / (1 + \rho) \quad \text{--- (2)}$$

$$T_r = T_c / (1 + \rho) = T_s / \rho \quad \text{--- (3)}$$

[0050] Here, T_c is [the torque of the sun gear shaft 125 and T_r of the torque of the planetary carrier shaft 127 and T_s] the torque of the ring wheel shaft 126.

[0051] The hybrid car of this example can run in the various condition by the function of such planetary gear 120. For example, where [comparatively low speed] transit is begun, while the hybrid car had suspended the engine 150, it transmits and runs power to an axle 112 by acting as the power running of the motor MG 2. It may run carrying out idle operation of the engine 150 similarly.

[0052] If a hybrid car reaches a predetermined rate after transit initiation, by the torque outputted by acting as the power running of the motor MG 1, a control system 200 will carry out motoring of the engine 150, and will start. At this time, the reaction force torque of a motor MG 1 is outputted also to a ring wheel 122 through planetary gear 120.

[0053] If an engine 150 is operated and the planetary carrier shaft 127 is rotated, the sun gear shaft 125 and the ring wheel shaft 126 will rotate under the conditions with which are satisfied of upper type (1) – (3). The power by rotation of the ring wheel shaft 126 is transmitted to Wheels 116R and 116L as it is. The power by rotation of the sun gear shaft 125 can be revived as power by the 1st motor MG 1. On the other hand, if it acts as the power running of the 2nd motor MG 2, power can be outputted to Wheels 116R and 116L through the ring wheel shaft 126.

[0054] At the time of steady operation, the output of an engine 150 is set as a value almost equal to the demand power (namely, rotational frequency x torque of an axle 112) of an axle 112. At this time, a part of output of an engine 150 is told to the direct axle 112 through the ring wheel shaft 126, and the remaining output is revived as power by the 1st motor MG 1. Since the 2nd motor MG 2 generates the torque which rotates the ring wheel shaft 126, the revived power is used. Consequently, it is possible to drive an axle 112 with desired torque with a desired rotational frequency.

[0055] When the torque transmitted to an axle 112 runs short, torque is assisted by the 2nd motor MG 2. The power stored in the power and the dc-battery 194 which were revived by the 1st motor MG 1 is used for the power for this assistance. Thus, a control system 200 controls operation of two motors MG1 and MG2 according to the demand power which should be outputted from an axle 112.

[0056] The hybrid car of this example can also be gone astern, with the engine 150 operated. Operation of an engine 150 rotates the planetary carrier shaft 127 in the time of advance, and this direction. If the 1st motor MG 1 is controlled and the sun gear shaft 125 is rotated at a rotational frequency higher than the rotational frequency of the planetary carrier shaft 127 at this time, the ring wheel shaft 126 will be reversed in the go-astern direction a passage clear from an upper type (1). A control system 200 rotating the 2nd motor MG 2 in the go-astern direction, it can control the output torque and can reverse a hybrid car.

[0057] Planetary gear 120 are in the condition which the ring wheel 122 stopped, and can rotate the planetary carrier 124 and a sun gear 121. Therefore, an engine 150 can be operated also after the car has stopped. For example, if the remaining capacity of a dc-battery 194 decreases, a dc-battery 194 can be charged by operating an engine 150 and carrying out regeneration operation of the 1st motor MG 1. If it acts as the power running of the 1st motor MG 1 when the car has stopped, by the torque, motoring of the engine 150 can be carried out and it can start.

[0058] Here, actuation of planetary gear 120 is further explained using a collinear Fig. In planetary gear 120, the relation realized between the rotational frequencies of the planetary carrier shaft 127 which are three revolving shafts with which this is equipped, the sun gear shaft 125, and the ring wheel shaft 126 is already shown in the formula (1), and the relation of the torque in these three revolving shafts is already shown in a formula (2) and (3). Thus, although it can ask for the relation of the rotation condition of each revolving shaft by the formula of common knowledge on device study, it can also ask for it geometrically with drawing called a collinear Fig.

[0059] An example of a collinear Fig. is shown in drawing 2. The axis of ordinate shows the rotational frequency of each revolving shaft. The axis of abscissa shows the gear ratio of each gear with distance-relation. Let the location C which divides interiorly between a location S and locations R for the sun gear shaft 125 (S in drawing 2), and the ring wheel shaft 126 (R in drawing 2) to 1:rho for both ends be the location of the planetary carrier shaft 127. As mentioned already, rho is the ratio of the number of teeth of a sun gear 121 to the number of teeth of a ring wheel 122. In this way, the rotational frequencies N_s , N_c , and N_r of the revolving shaft of each gear are plotted to the locations S, C, and R defined on the axis of abscissa. Planetary gear 120 have the property in which three points plotted in this way are surely located in a line on a straight line. This straight line is called a collinear of operation. Since a straight line will be what is determined uniquely if two points are decided, it can ask for the rotational frequency of one revolving shaft which remains from the rotational frequency of two of three revolving shafts by using this collinear of operation. In addition, as mentioned already, Rota 132 of a motor MG 1 is combined with the sun gear shaft 125, Rota 142 of a motor MG 2 is combined with the ring wheel shaft 126 mechanically combined with the axle, and the engine speed of each revolving shaft is the crankshaft 156 of an engine 150 is combined with the planetary carrier shaft 127, and equivalent to the engine speed of an engine 150 and motors MG1 and MG2, respectively.

[0060] Moreover, in planetary gear 120, when the torque of each revolving shaft is transposed to the force committed to a collinear of operation and is shown, the collinear of operation has the property in which balance is maintained as the rigid body. The force of the magnitude which is equivalent to the torque T_c (output torque from an engine 150) which acts on the planetary carrier shaft 127 as an example is made to act on a performance curve upwards from under the direction of a vertical in a location C. The direction made to act

becomes settled according to the direction of Torque T_c . Moreover, the torque T_p (driving force which acts on an axle 112) which acts to the ring wheel shaft 126 is made to act on a collinear of operation downward from on the direction of a vertical in a location R. T_s in drawing and T_r distribute Torque T_c to two equivalent force based on the distributive law of the force which acts on the rigid body. The formula (2) mentioned already and (3) can express the magnitude of Torque T_s and T_r .

[0061] If the conditions that the collinear Fig. of operation has taken balance as the rigid body are taken into consideration after the above force has acted, the torque T_m which should act on a ring wheel shaft by the torque T_g and MG2 which should act on the sun gear shaft 125 by MG1 can be searched for. Torque T_g becomes equal to Torque T_s , and Torque T_m becomes equal to the difference of Torque T_p and Torque T_r . The formula showing each torque T_g and T_m based on such a property is shown as a formula (4) and (5) below.

[0062]

$$T_g = -\rho / (1 + \rho) \times T_c \quad \text{-- (4)}$$

$$T_m = T_p - 1 / (1 + \rho) \times T_c \quad \text{-- (5)}$$

[0063] While the engine 150 combined with the planetary carrier shaft 127 is rotating, a sun gear 121 and a ring wheel 122 can be rotated by various operational status under the conditions with which are satisfied of the above-mentioned conditions about a collinear of operation. By the hybrid car which has the configuration shown in drawing 1 The power to which the power outputted from the engine 150 is mechanically transmitted by the axle 112, It distributes to the power changed into power by what (it works as a generator) one motor generator revives, and it can run, outputting desired power in an axle 112 by what the motor generator of another side acts as power running using the power revived further (it works as a motor). Thus, in case the hybrid car of a configuration of having been shown in drawing 1 runs, motor generators MG1 and MG2 perform power running or regeneration, respectively, and it is usually controlled so that the power consumed in power running and the power produced in regeneration balance.

[0064] (3) Although characterized by fully following an operator's demand when it gets into an accelerator next time from the condition that the accelerator of actuation this invention of a general torque control is a close by-pass bulb completely and big power is required, and outputting desired power, it is based on the hybrid car of this example about actuation of the first general torque control as a premise of the explanation, and explain. Drawing 3 is a flow chart showing a torque control manipulation routine. Although this routine is performed for every predetermined time amount mainly in CPU in the master control section 270, actuation in connection with drive control of an engine 150 and motors MG1 and MG2 is performed also in an engine ECU 240 and the motor control section 260.

[0065] If this routine is performed, Above CPU will input accelerator opening and the vehicle speed first (step S100). Here, accelerator opening can be known based on the signal inputted from the accelerator pedal position sensor mentioned already. Moreover, the vehicle speed can be known from the rotational frequency of the ring wheel shaft 126 which the sensor 144 mentioned already detected, and the rotational frequency N_r of the ring wheel shaft 126 is used for it as the vehicle speed by the following processings. Next, CPU judges whether an accelerator is in a close-by-pass-bulb-completely condition based on the information inputted at step S100 (step S110).

[0066] If it is judged that an accelerator is not in a close-by-pass-bulb-completely condition in step S110 next, driving force (target torque committed to ring wheel shaft 126 here although controlled system is output torque from axle 112) T_{p*} will be set up (step S120). In the master control section 270, accelerator opening and the vehicle speed, and relation with driving force T_{p*} are beforehand memorized as a map in predetermined ROM, and CPU determines driving force T_{p*} by referring to this map.

[0067] If it asks for driving force T_{p*} , CPU will compute engine demand power P_{e*} next (step S130). This engine demand power P_{e*} is transit power computed as a product of driving force T_{p*} and the vehicle speed N_r . Thus, if engine demand power P_{e*} is computed, CPU will set up target rotational frequency N_{e*} for outputting the target operation point of an engine 150, i.e., engine demand power P_{e*} computed at step S130, and target torque T_{e*} (step S140). In such control, the operation point with which operation effectiveness becomes the highest as the operation point of an engine 150 is chosen from a map.

[0068] The operation point of an engine 150 and the relation of operation effectiveness are shown in drawing 4. Among drawing 4, the curve shown by P_{e*1} and P_{e*2} is a curve with the fixed power outputted from an engine 150, and the operation point of an engine 150 is chosen on the predetermined curve corresponding to demand power among these curves. The condition that demand power is low is shown in order of P_{e*1} and P_{e*2} . For example, when demand power P_{e*} to an engine 150 is equivalent to the power expressed with curvilinear P_{e*1} ,

the operation point of an engine 150 is set as one D to which operation effectiveness becomes the highest on curvilinear $Pe*1$, and $Nc*1$ and target torque are set up for a target rotational frequency with $Tc*1$. Similarly, when the demand power to an engine 150 is $Pe*2$, the operation point of an engine 150 is set as two D to which operation effectiveness becomes the highest on curvilinear $Pe*2$, and $Nc*2$ and target torque are set up for a target rotational frequency with $Tc*2$. In addition, in drawing 4, as a curve corresponding to predetermined demand power, although only the expedient top of explanation and two curves are illustrated, such a curve can be innumerable drawn according to a demand output, and can also choose the operation point D1 grade of an engine 150 innumerable. Thus, the curve drawn by connecting the point that the operation effectiveness of an engine 150 is high is the curve A in drawing 4, and calls this a performance curve. The operation point of an engine 150 sets up the point corresponding to above-mentioned engine demand power $Pe*$ in a performance-curve A top.

[0069] If the operation point of an engine 150 is set up by the above processing next, target rotational frequency $Ns*$ of the operation point 1 of a motor MG 1, i.e., MG, and target torque $Tg*$ will be set up (step S150). Since target rotational frequency $Nc*$ of the target rotational frequency 127 of an engine 150, i.e., a planetary carrier shaft, is set up and the rotational frequency Nr of an axle 112, i.e., the rotational frequency of the ring wheel shaft 126, is inputted, target rotational frequency $Ns*$ of the target rotational frequency MG 1 of the sun gear shaft 125, i.e., a motor, can be set up with a collinear Fig. as shown in drawing 2. moreover -- a motor -- MG -- one -- a target -- torque -- Tg -- * -- drawing 2 -- having been shown -- as -- a collinear -- a Fig. -- a property -- depending -- if -- having mentioned already -- (-- four --) -- a formula -- being based -- it can ask -- although -- actual -- PID control -- setting up -- having. In addition, since PID control is the well-known control approach, detailed explanation is omitted.

[0070] As for CPU, a setup of the operation point of a motor MG 1 sets up the operation point of a motor MG 2 next (step S160). Since the rotational frequency Nr of the ring wheel shaft 126 inputted at step S100 is given as a target rotational frequency of a motor MG 2, target torque $Tm*$ of a motor MG 2 is set up here. Although target torque $Tm*$ which is a motor MG 2 is called for by substituting for (5) types which mentioned already driving force $Tp*$ and engine target torque $Tc*$ with the property based on the collinear Fig. mentioned already, it is set up by PID control in fact.

[0071] In this way, according to the set-up operation point, CPU performs control processing about operation of motors MG1 and MG2 and an engine 150 (step S170), and ends this routine. The electrical potential difference impressed to the three phase coil of each motor by the motor control section 260 according to the target rotational frequency and target torque which were set up is set up, and control of motors MG1 and MG2 switches the transistor of the drive circuit 191,192 according to deflection with the applied voltage in this time. About the approach of controlling a synchronous motor, since it is common knowledge, detailed explanation is omitted here.

[0072] Since the control processing for operating on the set-up operation point also about an engine 150 is common knowledge, it omits explanation here. However, an engine ECU 240 actually controls an engine 150. Therefore, in the processing in step S170 in a torque control manipulation routine, processing which transmits the information which needs the rotational frequency of an engine 150 etc. from the master control section 270 to an engine ECU 240 is performed. Thus, by transmitting information, the master control section 270 controls operation of an engine 150 indirectly.

[0073] In addition, in step S110, when an accelerator is judged to be in a close-by-pass-bulb-completely condition, CPU performs a manipulation routine at the time of torque demand zero (step S180), and ends this routine. When an accelerator is not in a close-by-pass-bulb-completely condition, as mentioned already, an engine 150 and motors MG1 and MG2 are controlled so that driving force $Tp*$ is called for according to accelerator opening and desired driving force is realized, but since the torque demand from an operator is zero when an accelerator is in a close-by-pass-bulb-completely condition, different control is performed.

[0074] When a car is stopping when the vehicle speed inputted at step S100 is a value 0 namely, control which torque does not generate in an axle is performed. At this time, an engine 150 usually stops. Or it is good also as rotating an engine 150 at a predetermined rotational frequency, and considering as an idling condition. The rotational frequency of the engine of an idling condition is good also as setting up a predetermined value beforehand. Moreover, what is necessary is for the compressor of an air-conditioner to have composition driven by connecting with the driving shaft and machine target of an engine 150, and just to set up an idling condition by the hybrid car of this example, so that an engine 150 may be rotated at a rotational frequency higher than the rotational frequency set as the usual stop condition in using an air-conditioner during a stop.

[0075] Moreover, if it is judged during transit of a car that an accelerator is a close-by-pass bulb completely in step S110 when the vehicle speed inputted at step S100 is not a value 0 namely, to correspond to the condition that the engine brake worked by the car it runs only using the usual gasoline engine, negative predetermined torque will be generated in a motor MG 2, and it will control by the hybrid car of this example so that predetermined damping force acts on an axle. Drawing 5 is a collinear Fig. showing an example of such a condition. It is controlled using the power accumulated in the dc-battery 194 to generate the negative torque T_m corresponding to damping force T_b , a motor MG 2 rotating at the engine speed N_r corresponding to the vehicle speed. In addition, although drawing 5 showed the condition that the engine 150 had stopped, an engine 150 is good like the case where it is during the above-mentioned stop, also as an idling condition rotated at a predetermined rotational frequency. Moreover, the value of the damping force T_b which acts on an axle as actuation corresponding to the above-mentioned engine brake is good also as defining a fixed value beforehand, and good also as controlling suitably according to the vehicle speed etc.

[0076] In addition, although omitted in the above-mentioned explanation based on drawing 3, in case drive control of an engine 150 and motors MG1 and MG2 is actually performed, various amendments are performed in the cases, such as a setup of the operation point. For example, in case the power outputted from the engine 150 is told to an axle 112 through planetary gear 120 or motors MG1 and MG2 and is outputted at predetermined torque and a predetermined rotational frequency, power is not necessarily transmitted at 100% of effectiveness. Therefore, in case demand power P_{e*} of an engine 150 is set up, a value also with a big twist is set up in consideration of the loss of the energy produced while power is transmitted. Moreover, in actuation of motors MG1 and MG2, since delay and an error arise to a control command, the control-command value is amended by surveying and feeding back the engine speed of motors MG1 and MG2. Although actuation of such amendment is similarly performed in other control mentioned later, the explanation about amendment is omitted.

[0077] (4) Actuation in connection with distinction with insufficient torque : below, the power which an operator demands cannot be followed but explain the actuation when predicting that the lack of torque arises. Drawing 6 is a flow chart showing a torque insufficient prevention manipulation routine. At drawing 3, although the actuation of a general torque control based on accelerator opening was explained, by the hybrid car of this example, at the time of an accelerator close-by-pass bulb completely, decision about torque flattery delay is performed further, and it has the composition of preventing torque flattery delay, and it replaces with the torque control manipulation routine of drawing 3, and the torque prevention manipulation routine of drawing 6 is performed. Although this routine is performed for every predetermined time amount mainly in CPU in the master control section 270, actuation in connection with drive control of an engine 150 and motors MG1 and MG2 is performed also in an engine ECU 240 and the motor control section 260.

[0078] If this routine is performed, Above CPU will input accelerator opening and the vehicle speed like the torque control manipulation routine of drawing 3 first (step S200). Next, CPU judges whether an accelerator is in a close-by-pass-bulb-completely condition based on the information inputted at step S200 (step S210). If it is judged that an accelerator is in a close-by-pass-bulb-completely condition in step S210 next, it will predict whether the flattery delay of torque may happen (step S220).

[0079] Here, about the flattery delay of torque, it can predict by various approaches. As one approach, it can predict by the remaining capacity (SOC) of a dc-battery 194. If the remaining capacity of a dc-battery 194 is enough, the power of a between until it is possible to output big torque to an axle within the limits of the engine performance of a motor MG 2 from an accelerator close-by-pass-bulb-completely condition also when accelerator opening becomes large rapidly and sufficient power comes to be outputted from an engine 150 is securable to some extent. Therefore, if the remaining capacity of a dc-battery 194 falls to extent with which sufficient output is not obtained from a motor MG 2, it can be predicted that the flattery delay of torque happens.

[0080] In addition, the dc-battery 194 is controlled so that the remaining capacity becomes predetermined within the limits. Here, giving priority to engine operation effectiveness, when remaining capacity falls within limits which perform the usual control based on accelerator opening, it is charging in the range of engine remaining power. On the other hand, the criteria of the remaining capacity for the prediction about the flattery delay of the above-mentioned torque are a thing based on the magnitude of the power in which an output is possible from the motor MG 2.

[0081] Or it is good also as performing prediction about the flattery delay of the torque in step S220 based on the hysteresis of the past about the flattery delay of torque. For example, when accelerator opening was enlarged from an accelerator close-by-pass-bulb-completely condition, the hysteresis that desired power was

not outputted was memorized and it changes into an accelerator close-by-pass-bulb-completely condition next time, it can be predicted that the flattery delay of torque may happen. The actuation about storage of such past hysteresis is explained in detail later.

[0082] In step S220, if it predicts that the flattery delay of torque may happen next, the maximum torque of the negative torque which a motor MG 2 may output will be set up as target torque T_m^* of a motor MG 2 (step S230). When it predicts that the flattery delay of torque may happen in this example By outputting a part of output torque from an engine 150 to an axle through planetary gear 120, and preparing desired torque so that an output may become possible from an axle immediately while setting up the output from an engine 150 more highly Although it has the composition of preventing next flattery delay, the torque (it is hereafter called direct torque) told to this engine 150 empty-vehicle shaft is canceled between accelerator close-by-pass-bulb-completely conditions by the negative torque outputted from MG2.

[0083] It is a collinear Fig. showing the condition of having canceled by the negative torque to which a motor MG 2 outputs these direct torque, outputting drawing 7 to an axle by making a part of output from an engine 150 into direct torque. In this example, in order to cancel the direct torque T_r , the maximum torque which MG2 may output is set up as magnitude of the negative torque T_m which a motor MG 2 outputs. Since the threshold value of an output torque has become settled according to the rotational frequency, a motor MG 2 sets up the maximum of the negative torque which may be outputted from a motor MG 2 according to the vehicle speed inputted at step S200 as target torque T_m^* of a motor MG 2.

[0084] Next, while computing the magnitude of the direct torque T_r , and engine demand power P_e^* based on the damping force T_b which acts on target torque T_m^* of the above-mentioned motor MG 2, and an axle (step S240), the engine operation point is set up (step S250). Here, damping force T_b is force of acting on an axle by the motor MG 2 as force equivalent to engine brake, when it changes into an accelerator close-by-pass-bulb-completely condition during transit of a car, as already explained based on drawing 5. What is necessary is just to set up the direct torque T_r so that it may balance with the difference of target torque T_m^* of the above-mentioned motor MG 2, and damping force T_b in order to consume a part of torque outputted from a motor MG 2 also as damping force of a car in this way. If the direct torque T_b can be found, since such direct torque T_r is outputted from the ring wheel shaft 126, the torque T_c which should be outputted from an engine 150 is computable. Engine demand power P_e^* and engine target rotational frequency N_c^* corresponding to the point with which an engine torque turns into the above-mentioned torque T_c are set up on the performance curve A shown in drawing 4 that the operation point of an engine 150 should just choose the point with the high operation effectiveness of an engine 150.

[0085] If the operation point of an engine 150 is set up by the above processing next, target rotational frequency N_s^* of the operation point 1 of a motor MG 1, i.e., MG, and target torque T_g^* will be set up (step S260). The actuation which asks for the operation point of this motor MG 1 is the same actuation as step S150 in drawing 3. Based on target rotational frequency N_c^* of an engine 150, and the rotational frequency N_r of an axle 112, target rotational frequency N_s^* of a motor MG 1 is set up. Moreover, target torque T_g^* of a motor MG 1 is set up by PID control.

[0086] In this way, according to the set-up operation point, like step S170 in drawing 3, CPU performs control processing about operation of motors MG1 and MG2 and an engine 150 (step S270), and ends this routine.

[0087] In addition, in step S220, when it is predicted that the flattery delay of torque does not happen, a manipulation routine is performed at the time of the same torque demand zero as step S180 in drawing 3, and this routine is ended. Moreover, in step S210, when an accelerator is judged not to be in a close-by-pass-bulb-completely condition, CPU usually performs a manipulation routine (step S280), and ends this routine. Here, processing equivalent to the step [in / usually / at a manipulation routine / the torque control manipulation routine of drawing 3] S120 performed at step S280 thru/or step S170 is performed.

[0088] Although it said that it is good also as carrying out based on the hysteresis of the past about the flattery delay of torque when predicting the flattery delay of torque at the above-mentioned step S220 of a torque insufficient prevention manipulation routine, the actuation which predicts the flattery delay of torque below based on the past hysteresis is explained. Drawing 8 is a flow chart showing a torque flattery distinction manipulation routine. This routine is performed for every predetermined time amount in CPU in the master control section 270 separately from the torque insufficient prevention manipulation routine shown in drawing 6.

[0089] If this routine is performed, Above CPU will input accelerator opening and the vehicle speed like the torque insufficient prevention manipulation routine of drawing 6 first (step S300). Next, CPU judges whether an accelerator is in a close-by-pass-bulb-completely condition based on the information inputted at step S300

(step S310). If it is judged that an accelerator is in a close-by-pass-bulb-completely condition in step S310 next, it will judge whether the flattery delay of torque is set up (step S220). A setup of the flattery delay of this torque is set up, when CPU detects the flattery delay of torque so that it may mention later, and at step S220, it judges whether this setup has already been performed.

[0090] When it is judged that the flattery delay of torque is not set up at step S220, CPU inputs accelerator opening and the vehicle speed again (step S330), and it judges whether an accelerator is in a close-by-pass-bulb-completely condition (step S340). Processing of steps S330 and S340 is repeated until an accelerator stops being in a close-by-pass-bulb-completely condition, and if an accelerator is not in a close-by-pass-bulb-completely condition and it will be judged at step S340, based on the inputted vehicle speed, the acceleration at the time of an accelerator stopping being in a close-by-pass-bulb-completely condition will be computed (step S350). That is, CPU computes acceleration based on the value of both the rate at the time of an accelerator stopping being in a close-by-pass-bulb-completely condition, and the last rate.

[0091] Calculation of the acceleration of a car judges whether the lack of torque has occurred based on this acceleration and accelerator opening (step S360). The master control section 270 of the hybrid car of this example has memorized the relation between the accelerator opening under the usual transit conditions (for example, when running a flat road surface), and acceleration in predetermined memory (not shown). If the acceleration memorized as a value corresponding to the detected accelerator opening and the acceleration computed at step S350 based on the vehicle speed are measured and the former is large beyond a predetermined value compared with the latter, it will be judged that the torque actually outputted from the axle ran short compared with the torque which the operator demanded.

[0092] At step S360, when it judges that the lack of torque occurred, a setup of the flattery delay of torque is memorized in the predetermined memory in the master control section 270 (not shown) (step S370), and this routine is ended. This routine is ended without setting up flattery delay of torque, when it judges that the lack of torque has not occurred at step S360 (step S380).

[0093] In step S320, when it is judged that the flattery delay of torque is already set up, CPU inputs accelerator opening and the vehicle speed again (step S390), and it judges whether an accelerator is in a close-by-pass-bulb-completely condition (step S400). Processing of steps S390 and S400 is repeated until an accelerator stops being in a close-by-pass-bulb-completely condition, and if an accelerator is not in a close-by-pass-bulb-completely condition and it will be judged at step S400, based on the inputted vehicle speed, the acceleration at the time of an accelerator stopping being in a close-by-pass-bulb-completely condition will be computed like step S350 (step S410).

[0094] Calculation of the acceleration of a car judges whether the condition that torque is superfluous has occurred based on this acceleration and accelerator opening (step S420). Here, by setting up the flattery delay of torque beforehand, when judging step S420, the car is performing drive control so that it may be in the condition which showed in drawing 7 when an accelerator was in a close-by-pass-bulb-completely condition, and engine direct torque is outputted to the driving shaft. So, at step S420, when an accelerator stops having been in the close-by-pass-bulb-completely condition and it is going to output desired torque from an axle, it judges whether the condition that torque was superfluous occurred by outputting the direct torque T_r to the driving shaft beforehand.

[0095] At step S420, when it judges that the condition that torque was superfluous did not occur, it continues the condition of having memorized a setup of the flattery delay of torque in the predetermined memory in the master control section 270 (not shown) (step S430), and this routine is ended. At step S420, when it judges that the condition that torque was superfluous occurred, a setup of the flattery delay of the above-mentioned torque is canceled (step S440), and this routine is ended.

[0096] When it is judged that an accelerator is not in a close-by-pass-bulb-completely condition in step S380, CPU performs the same usual manipulation routine as step S280 in drawing 6 (step S280), and ends this routine.

[0097] Thus, when setting up flattery delay of torque by the torque flattery distinction manipulation routine and a setup is memorized with reference to whether the above-mentioned setup is memorized in step S220 of the torque insufficient prevention manipulation routine of drawing 6 $R > 6$, it predicts whether the flattery delay of torque may happen.

[0098] When it is predicted according to the hybrid car of this example constituted as mentioned above that the output torque of an axle cannot follow demand torque if a power demand is inputted next time when an accelerator is in a close-by-pass-bulb-completely condition, control which increases the output from an engine 150 is performed. Therefore, when a power demand is inputted next time, it becomes possible to make sufficient

power output promptly from an engine 150 (when it gets into an accelerator), and slowness of transit by the lack of torque can be prevented.

[0099] In addition, although it is considered as the configuration which outputs the direct torque from an engine 150 to an axle in the above-mentioned example when the flattery delay of torque was predicted, it is not necessary to necessarily output direct torque to an axle, and the predetermined effectiveness of suppressing slowness of transit can be acquired by increasing the output from an engine 150 rather than the time of the usual control. For example, when an accelerator is in a close-by-pass-bulb-completely condition, in suspending an engine 150 in the usual control making an engine 150 into an idling condition -- moreover, in idling an engine 150 in the usual control, when an accelerator is in a close-by-pass-bulb-completely condition When a power demand is inputted next time by raising the engine speed of an idling more, time amount until sufficient power is outputted from an engine 150 can be shortened, and the effectiveness of suppressing slowness of transit by the lack of torque can be acquired.

[0100] From the first, like the above-mentioned example, by increasing the output from an engine 150, and changing the drive condition of motors MG1 and MG2, when the configuration which outputs the direct torque T_r of an engine 150 to the axle, then a rotation [degree] force demand are inputted, desired torque is promptly outputted from an axle and desired acceleration can be realized. Especially, in the above-mentioned example, since it is controlling so that the output torque T_m of a motor MG 2 serves as maximum in case the output of an engine 150 is increased, the effectiveness of suppressing slowness of transit by the lack of torque when there is a rapidly big power demand from an accelerator close-by-pass-bulb-completely condition can more fully be acquired.

[0101] In addition, when an accelerator is in a close-by-pass-bulb-completely condition and the drive of an engine 150 and motors MG1 and MG2 is controlled as shown in drawing 7, both the motors MG1 and MG2 will perform regeneration operation. That is, a motor MG 1 is revived with outputting the torque T_s transmitted from an engine 150, and the balancing torque T_g , and MG2 is revived by generating the torque which erases the direct torque T_r inside while reviving it, since damping force T_b is generated. Therefore, a dc-battery 194 is charged by both the power which MG1 revives, and the power which MG2 revives at this time. Therefore, when the remaining capacity of a dc-battery 194 is inadequate and the flattery delay of torque is predicted, the effectiveness that remaining capacity is promptly recoverable by performing such control can be acquired. Furthermore, as described above, it not only outputs the torque which erases the direct torque T_r inside by MG2, but natural transit feeling (the natural feeling of moderation of engine brake) is realizable for an operator by generating damping force T_b .

[0102] moreover, in case the flattery delay of torque is predicted at step S220 of drawing 6, in performing the torque flattery distinction manipulation routine of drawing 8 and judging based on the hysteresis of the past actuation In order to perform processing which increases the power outputted from an engine 150 based on torque having actually been insufficient and transit having been slow, In case actuation which prevents the flattery delay of torque is performed, it can stop that the energy efficiency of a car falls superfluously, and more useless control which is not can be performed. When the condition that a heavy load demand occurs from an accelerator close-by-pass-bulb-completely condition continues intermittently like [in the case of carrying out climb transit of the gap ground especially], it becomes possible by performing the above-mentioned control based on the past hysteresis to prevent and run slowness of the acceleration in a climb.

[0103] In addition, when the lack of torque is predicted and it performs control which outputs the direct torque from an engine 150 to an axle, since such actuation is a thing accompanied by charge as mentioned already, it is desirable [as described above, it is the case where the flattery delay of torque is predicted based on the hysteresis of the past actuation, and / actuation] to perform detection of the remaining capacity of a dc-battery 194 in parallel. And when the remaining capacity of a dc-battery 194 is fully recovered and exceeds a predetermined value, in order to prevent overcharge, the control which increases the output of the above-mentioned dc-battery shall stop. However, it is also possible to perform control for preventing the flattery delay of the torque mentioned already, without detecting the remaining capacity of a dc-battery 194, since the flattery delay of torque is also canceled when the hysteresis of the past actuation is able to output power big enough from a motor MG 2 based on acceleration when the remaining capacity of a dc-battery 194 is enough as shown in drawing 8, and remaining capacity is recovered.

[0104] Moreover, when performing control which outputs engine direct torque from an axle in an accelerator close-by-pass-bulb-completely condition, as described above, a dc-battery 194 is charged by the power which both MG1 and MG2 revive. What is necessary is to detect the regeneration current of MG1 and MG2, and just to

control an engine output so that these sum total current values do not exceed the range permissible as the charging current of a dc-battery in performing the above-mentioned control, since the range permissible as the charging current was decided in case a dc-battery was charged. It can prevent un-arranging [which charges a dc-battery with a big non-wanting current by this].

[0105] Although it controlled by the above-mentioned example so that the output from a motor MG 2 served as maximum when predicting the flattery delay of torque and outputting engine direct torque to an axle, the output from this motor MG 2 is good also as setting up according to extent the flattery delay of torque is predicted to be. For example, it is so good that the output from MG2 is set up and remaining capacity is falling according to the degree to which remaining capacity is falling, in predicting the flattery delay of torque based on the remaining capacity of a dc-battery 194 also as outputting bigger direct torque to an axle. Or as shown in drawing 8 , when predicting based on the hysteresis of actuation of the past called the acceleration at the time of acceleration last time, it is good also as setting up the output from MG2 according to the degree which runs short of the computed acceleration to accelerator opening, and outputting bigger direct torque to an axle to accelerator opening, so that acceleration is small. Furthermore, also in case control which predicts the flattery delay of torque and outputs the above-mentioned direct torque to an axle is performed, it is good also as making small gradually direct torque which resets up the output from MG2 and is outputted to an axle according to the acceleration to the remaining capacity and accelerator opening of the dc-battery used as criteria being recovered.

[0106] Moreover, in the actuation shown in drawing 8 , it has determined [which continues a setup of flattery delay / or or] whether to carry out discharge by setting up the flattery delay of torque, and judging whether overtorque occurred, when control to which engine direct torque is made to output to an axle has already been performed and a power demand is inputted next time. Various deformation is possible for such actuation once setting up the flattery delay of torque. For example, it is good also as judging whether the lack of torque occurred like step S360 instead of judging whether overtorque occurred in step S420 of drawing 8 . What is necessary is just to suppose that flattery delay is set up again with such a configuration, when the lack of torque arises again next time by once canceling and canceling a setup of flattery delay when the lack of torque stops occurring by outputting engine direct torque to an axle.

[0107] Furthermore, also when control which flattery delay is set [control] up in step S370 shown in drawing 8 , and increases the output from an engine is performed, it is good also as canceling a setup of the above-mentioned flattery delay in inputting other conditions which show that a possibility that the lack of torque might arise became small. For example, since it is thought that possibility that a big power demand will be inputted suddenly is low when the flattery delay of torque (step S210 of drawing 6) is predicted in the state of the accelerator close-by-pass bulb completely (step S220 of drawing 6) and an accelerator close-by-pass-bulb-completely condition continues beyond predetermined time amount after performing processing of steps S230-S270 of drawing 6 , it is good also as canceling a setup of flattery delay. Or since it can judge that there is nothing to the run state which a heavy load follows while fully being able to recover the remaining capacity of a dc-battery when the time amount which will exceed a predetermined value by the time it will be in an accelerator close-by-pass-bulb-completely condition next time is required once setting up flattery delay in step S370 of drawing 8 , and the condition that an engine drives continues, it is good also as canceling a setup of flattery delay also in this case.

[0108] Although the hysteresis of actuation of the remaining capacity of a dc-battery and the past was mentioned as criteria for predicting flattery delay of torque in the above-mentioned example, it is good also as judging well also as using other criteria combining two or more criteria. For example, it is good also as predicting flattery delay of torque based on the information which is related still more highly based on the information which carries an altimeter in a car and is related highly in addition to the information about the remaining capacity of a dc-battery, or the hysteresis of the past actuation since the case where climb transit of the gap ground is carried out as mentioned already can be considered as a situation that a big power demand is inputted from an accelerator close-by-pass-bulb-completely condition. Or when the hysteresis as which a rapidly big power demand is inputted is detected so that it may be in a condition from an accelerator close-by-pass-bulb-completely condition last time, and such a heavy load demand continues instead of using the acceleration to accelerator opening as hysteresis of the past actuation, it is good also as predicting that the flattery delay of torque happens. Moreover, the switch in which a directions input is possible is formed by the operator, and there is an input from this switch, and when it is in an accelerator close-by-pass-bulb-completely condition, it is good also as performing processing which increases an engine output and which was mentioned already. When an

operator predicts that it will be in a run state in which such a configuration, then the lack of torque occur, it can prevent that transit is slow from the above-mentioned switch to demand power by carrying out a directions input.

[0109] In addition, the control which it predicts [control] that the flattery delay of torque described above in an accelerator close-by-pass-bulb-completely condition, and increases engine power is not restricted while a car runs. For example, also when the once stop of the gap ground is carried out and it is made into an accelerator close-by-pass-bulb-completely condition into a climb, it is based on the remaining capacity of a dc-battery, the hysteresis of the past actuation, etc., and the lack of torque at the time of start is predicted next time. The engine speed of the control which increases the output of the engine mentioned already, i.e., an idling, can be raised, or by performing control which outputs engine direct torque to an axle, desired torque is promptly outputted by the time of start, it is slow and transit can be started that there is nothing.

[0110] (5) In the example beyond the configuration of everything but a hybrid car, the hybrid car of a configuration of having used planetary gear 120 was illustrated. This invention is applicable not only to such a configuration but the hybrid car of other configurations. This invention is applicable if it is the hybrid car in which an output is possible to a driving shaft about the power of both an engine and a motor. Planetary gear 120, an engine 150, a motor MG 1, and a motor MG 2 can take the configuration combined in various modes from the first. Moreover, it has the same operation as planetary gear 120, i.e., three revolving shafts, and the device of others which distribute at arbitration the power inputted from the revolving shaft of 1 to two residual revolving shafts, and do so the operation in which an output is possible can also be adopted.

[0111] Furthermore, the configuration which realizes an operation of planetary gear 120 and a motor MG 1 by one device is also possible, and such a configuration is explained as the 2nd example as shown below. Drawing 9 is the explanatory view showing the configuration of the hybrid car of the 2nd example. It replaces with planetary gear 120 and a motor MG 1, and is different from the example mentioned already at the point using the clutch motor CM with the hybrid car of the 2nd example. In addition, in drawing 9, to the member corresponding to the hybrid car shown in drawing 1, the same member number is attached and the explanation in connection with the configuration which is common in the example mentioned already is omitted.

[0112] It is the motor for Rota which has two pivotable Rota, i.e., the inner rotors 232 and outer rotors 233, relatively [motor / CM / clutch] in the circumference of the same axle. In this example, the permanent magnet is stuck on the inner rotor 232 like Rota of a motor MG 2, and the motor around which the coil was wound was applied to the outer rotor 233. The crankshaft 156 of an engine 150 is combined with the inner rotor 232, and Rota of a motor MG 2 is combined with the outer rotor 233. An outer rotor 233 is mechanically combined also with a driving shaft 113 again.

[0113] Magnetic association with the inner rotor 232 and an outer rotor 233 is controllable by the clutch motor CM by controlling the energization to a coil by the drive circuit 191. The drive circuit 191 consists of transistor inverters like the 1st example. By such magnetic association, the power outputted from the engine 150 can be transmitted to a driving shaft 113. Moreover, the power according to a slippage can be revived by rotating the inner rotor 232 and an outer rotor 233, where it has predetermined slipping. Naturally, it is also possible to output torque in response to supply of power from a dc-battery 194. That is, the clutch motor CM can do so an operation equivalent to planetary gear 120 and the combination of a motor MG 1 alone.

[0114] Also in such a hybrid car, the same control as the example mentioned already can be performed. In the hybrid car of the 2nd example, the actuation at the time of the flattery delay of torque being especially predicted about the actuation at the time of performing the same processing as the torque insufficient prevention manipulation routine shown in drawing 6 is explained below.

[0115] Processing to step S200 of drawing 6 - step S220 is similarly performed in the 2nd example. That is, accelerator opening and the vehicle speed (rotational frequency of a driving shaft 113) Nr are inputted, it judges whether an accelerator is in a close-by-pass-bulb-completely condition, and prediction about the flattery delay of torque is performed in a close-by-pass-bulb-completely condition.

[0116] When it is predicted that the flattery delay of torque may happen, the maximum torque of the negative torque which a motor MG 2 may output is set up as target torque Tm^* of a motor MG 2 like step S230. Like the 1st example, according to the rotational frequency, the threshold value of an output torque has become settled, and the motor MG 2 with which the car of this example is equipped sets up the maximum of the negative torque which may be outputted from a motor MG 2 as target torque Tm^* of a motor MG 2 according to the vehicle speed inputted at the process corresponding to step S200.

[0117] Next, based on target torque Tm^* of this motor MG 2, processing corresponding to step S240 and step

S260 is performed. Here, also in the hybrid car of this example, like the car of the 1st example, if accelerator opening will be in a close-by-pass-bulb-completely condition during transit, it is controlling so that the predetermined damping force set up beforehand works to an axle. The torque which a motor MG 2 outputs is committed in order to erase the torque transmitted to a motor MG 2 and a driving shaft 113 through the clutch motor CM from an engine 150 inside, while working as such damping force. Then, based on target torque T_m^* of a motor MG 2, and the above-mentioned damping force, target torque T_c^* of the clutch motor CM is set up so that it may become equal to both difference.

[0118] Moreover, by the hybrid car of the 2nd example, since the output torque of the clutch motor CM and the output torque of an engine 150 become equal, if target torque T_c^* of the clutch motor CM is set up, target torque T_e^* of an engine 150 will also be determined. Engine demand power P_e^* and engine target rotational frequency N_e^* corresponding to the point with which an engine torque becomes above-mentioned torque T_e^* are set up on the performance curve A shown in drawing 4 that the operation point of an engine 150 should just choose the point with the high operation effectiveness of an engine 150 like the 1st example. In addition, in fact, in case such control is performed, as mentioned already, various amendments about the operational status of an engine 150, the clutch motor CM, and a motor MG 2 are performed.

[0119] Thus, also in the hybrid car of the 2nd example, when an input has a rotation [degree] force demand from an accelerator close-by-pass-bulb-completely condition by increasing the output from an engine 150, sufficient power can be immediately obtained from an engine and the same effectiveness of preventing slowness of transit can be acquired.

[0120] Although the example of this invention was explained above, as for this invention, it is needless to say that it can carry out with the aspect which becomes various within limits which are not limited to such an example at all and do not deviate from the summary of this invention.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the explanatory view showing the whole hybrid car configuration as the 1st example of this invention.

[Drawing 2] It is a collinear Fig. explaining the working principle of the power output unit of an example.

[Drawing 3] It is a flow chart showing a torque control manipulation routine.

[Drawing 4] It is an explanatory view showing the situation of a setup of the operation point of an engine 150.

[Drawing 5] It is a collinear Fig. explaining the working principle of the power output unit of an example.

[Drawing 6] It is a flow chart showing a torque insufficient prevention manipulation routine.

[Drawing 7] It is a collinear Fig. explaining the working principle of the power output unit of an example.

[Drawing 8] It is a flow chart showing a torque flattery decision manipulation routine.

[Drawing 9] It is the explanatory view showing the outline configuration of the hybrid car of the 2nd example.

[Description of Notations]

112 -- Axle

113 -- Driving shaft

114 -- Differential gear

116R, 116L -- Wheel

119 -- Case

120 -- Planetary gear

121 -- Sun gear

122 -- Ring wheel

123 -- Planetary pinion gear

124 -- Planetary carrier

125 -- Sun gear shaft

126 -- Ring wheel shaft

127 -- Planetary carrier shaft

129 -- Chain belt

130 -- Damper

131,141 -- Three phase coil

132,142 -- Rota

133,143 -- Stator

144 -- Rotational frequency sensor

150 -- Engine

156 -- Crankshaft

163 -- Brake sensor

165 -- Accelerator sensor

167 -- Shift position sensor

191,192 -- Drive circuit

194 -- Dc-battery

196 -- Dc-battery sensor

200 -- Control system

210 -- Main ECU

220 -- Brake ECU

230 -- Dc-battery ECU
232 -- Inner rotor
233 -- Outer rotor
240 -- Engine ECU
260 -- Motor control section
270 -- Master control section

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-317385

(P2001-317385A)

(43) 公開日 平成13年11月16日 (2001.11.16)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

特開2001-317385 (参考)

F 0 2 D 29/02

F 0 2 D 29/02

D 3 G 0 9 3

B 6 0 K 6/02

B 6 0 L 11/14

5 H 1 1 5

B 6 0 L 11/14

B 6 0 K 9/00

E

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2000-136907 (P2000-136907)

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

(22) 出願日 平成12年5月10日 (2000.5.10)

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72) 発明者 藤 光博

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(74) 代理人 100096817

弁理士 五十嵐 孝雄 (外3名)

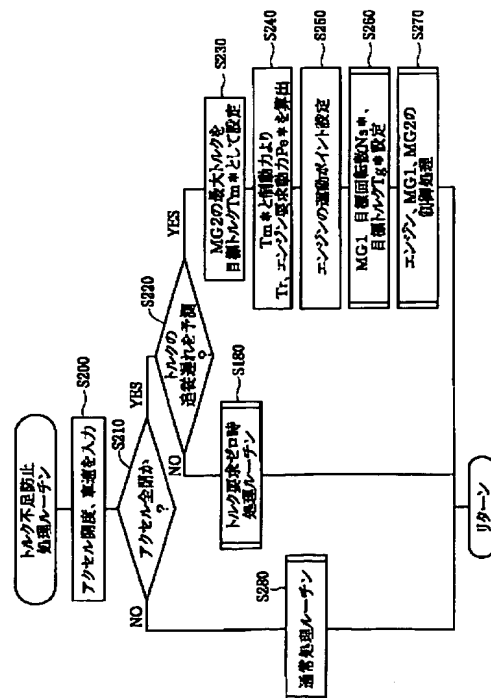
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 動力出力装置およびその制御方法

(57) 【要約】

【課題】 要求動力がない状態からある状態に変化したときに、運転者の意図に対応して動力を出力する反応性をより向上させる。

【解決手段】 エンジンと電動機の両方から駆動軸に動力を出力可能なハイブリッド車両において、アクセル開度と車速を入力し (ステップS200)、アクセル開度が全閉状態のときには (ステップS210)、次回動力要求があった際に、トルクの追従遅れが起こるかどうかを予測する (ステップS220)。追従遅れを予測した場合には、エンジンおよび電動機に対して所定の制御を行ない (ステップS230~S270)、エンジンから車軸に対してトルクを伝達して、次回動力要求があったときには、速やかにエンジンが出力する動力を駆動軸から出力可能にする。このとき、アクセル全閉状態の間は、駆動軸に伝達されたトルクは、電動機が出力するトルクによってうち消す。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 エンジンと電動機とを備え、外部に動力を出力する駆動軸に対して、前記エンジンと電動機とのうちの少なくとも一方から出力される動力を伝達することによって、前記駆動軸から動力を出力すると共に、該駆動軸から出力される動力の大きさは前記エンジンから出力される動力の大きさに依存する動力出力装置であって、

前記駆動軸に対して運転者が要求する動力に基づいて、前記エンジンが出力すべき動力および前記駆動軸から出力すべき動力を設定し、前記エンジンおよび前記駆動軸がそれぞれ設定した動力を出力するように、少なくとも前記エンジンと前記電動機とを制御する制御手段と、運転者から動力要求がない場合に、次回、動力要求があった際に、前記駆動軸から出力される動力が運転者の要求する動力に追従できるか否かを予測する予測手段とを備え、

前記制御手段は、運転者から動力要求がない場合であって、前記予測手段が追従できないと予測した場合には、前記予測手段が追従できると予測した場合に前記エンジンが出力すべき動力として設定される値よりも大きな値を、前記エンジンが出力すべき動力として設定することを特徴とする動力出力装置。

【請求項2】 請求項1記載の動力出力装置であって、前記エンジンの出力軸および前記駆動軸に結合され、前記エンジンから出力された動力を前記駆動軸に伝達すると共に、該伝達される動力の大きさを電力のやり取りによって調整する動力調整手段をさらに備え、前記電動機は、前記駆動軸に結合されており、前記制御手段は、前記エンジンおよび前記駆動軸がそれぞれ設定した動力を出力するように、前記動力調整手段をさらに制御する動力出力装置。

【請求項3】 前記制御手段は、前記駆動軸に対して運転者が要求する動力に基づいて前記駆動軸から出力すべき動力として設定された値が、所定の値を越えた場合には、前記電動機と前記エンジンとの両方からの出力が前記駆動軸に伝達されるよう制御することを特徴とする請求項1または2記載の動力発生装置。

【請求項4】 請求項1ないし3いずれか記載の動力出力装置であって、前記予測手段は、前記運転者から動力要求が無い状態から有る状態に移行した際に、前記駆動軸から実際に出力された動力が、運転者の要求動力に追従できたかどうかを検出する検出手段と、該検出手段の検出結果を記憶する記憶手段とを備え、前記記憶手段に記憶されている検出結果に基づいて予測することを特徴とする動力出力装置。

【請求項5】 請求項1ないし4いずれか記載の動力出力装置であって、

少なくとも前記電動機との間で電気エネルギーのやり取りを行なうバッテリーをさらに備え、

前記予測手段は、前記バッテリーの残存容量が所定量以下であるときに、運転者の要求動力に追従できないと予測することを特徴とする動力出力装置。

【請求項6】 請求項5記載の動力出力装置であって、前記制御手段は、運転者から動力要求がない場合であって、前記予測手段が追従できないと予測した場合には、前記エンジンから出力される動力の少なくとも一部を電気エネルギーとして回収すると共に、前記バッテリーに供給される電流量が前記バッテリーの許容量を越えないように、少なくとも前記エンジンと前記電動機とを制御することを特徴とする動力出力装置。

【請求項7】 前記制御手段は、運転者から動力要求がない場合であって、前記予測手段が追従できないと予測した場合には、前記動力調整手段によって前記エンジンから前記駆動軸に動力が伝達されると共に、前記エンジンによって前記駆動軸に発生するトルクを、前記電動機が発生するトルクで打ち消すように、前記動力調整手段および前記電動機を制御することを特徴とする請求項2記載の動力出力装置。

【請求項8】 請求項7記載の動力出力装置であって、前記電動機が発生するトルクは、そのときの前記駆動軸の回転数に応じて、前記電動機が出力可能な最大トルクであることを特徴とする動力出力装置。

【請求項9】 請求項7または8記載の動力出力装置であって、前記動力調整手段および前記電動機との間で電気エネルギーのやり取りを行なうバッテリーをさらに備え、前記制御手段は、運転者から動力要求がない場合であって、前記予測手段が追従できないと予測した場合には、前記エンジンが出力すべき値として、前記駆動軸から出力される動力が運転者の要求する動力に追従できないと予測される程度と、前記バッテリーの残存容量とのうちの少なくとも一つに応じた値を設定することを特徴とする動力出力装置。

【請求項10】 前記予測手段は、前記駆動軸が回転しているときに、前記追従できるか否かの予測を行なう請求項1ないし9いずれか記載の動力出力装置。

【請求項11】 請求項1ないし10いずれか記載の動力出力装置を備え、前記駆動軸から出力される動力によって走行するハイブリッド車両。

【請求項12】 エンジンと電動機とを備え、外部に動力を出力する駆動軸に対して、前記エンジンと電動機とのうちの少なくとも一方から出力される動力を伝達することによって、前記駆動軸から動力を出力すると共に、該駆動軸から出力される動力の大きさは前記エンジンから出力される動力の大きさに依存する動力出力装置の制御方法であって、(a) 前記駆動軸に対して運転者が要求する動力に基づいて、前記エンジンが出力すべき動力

および前記駆動軸から出力すべき動力を設定し、前記エンジンおよび前記駆動軸がそれぞれ設定した動力を出力するように、少なくとも前記エンジンと前記電動機とを制御する工程と、(b)運転者から動力要求がない場合に、次回、動力要求があった際に、前記駆動軸から出力される動力が運転者の要求する動力に追従できるか否かを予測する工程とを備え、

前記(a)工程は、運転者から動力要求がない場合であって、前記(b)工程において追従できないと予測した場合には、前記(b)工程において追従できると予測した場合に前記エンジンが出力すべき動力として設定される値よりも大きな値を、前記エンジンが出力すべき動力として設定することを特徴とする動力出力装置の制御方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、動力出力装置およびその制御方法に関し、詳しくは、内燃機関と電動発電機とを備え、内燃機関の出力軸と電動発電機の回転軸と駆動軸とが所定の関係を保つよう結合された動力出力装置およびその制御方法、並びにハイブリッド車両に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、内燃機関に加えて電動機を備えるハイブリッド車両として、種々の構成が提案されている。ハイブリッド車両は、従来のガソリンエンジンを搭載した車両に比べて、化石燃料の消費量を大幅に削減することが可能であり、環境問題の深刻化に伴って社会的要請が増している。ハイブリッド車両の一種として、パラレル・ハイブリッド車両がある。パラレル・ハイブリッド車両では、内燃機関からの動力および電動機からの動力の両方を、車軸に伝達可能である。パラレル・ハイブリッド車両の構成の一例を、図1に示す。

【0003】図1に示したハイブリッド車両は、エンジン150と、電動発電機MG1、MG2とが備えられている。これら三者は、プラネタリギヤ120を介して機械的に結合されている。プラネタリギヤ120は、遊星歯車とも呼ばれ、以下に示すそれぞれのギヤに結合された3つの回転軸を有している。プラネタリギヤ120を構成するギヤは、中心で回転するサンギヤ121、サンギヤ121の外周で自転しながら公転するプラネタリピニオンギヤ123、さらにその外周で回転するリングギヤ122である。プラネタリピニオンギヤ123は、プラネタリキャリア124に軸支されている。図1のハイブリッド車両では、エンジン150の駆動軸であるクラクシャフト156は、プラネタリキャリア124の回転軸と結合してプラネタリキャリア軸127を成す。また、電動発電機MG1の駆動軸は、サンギヤ121の回転軸に結合してサンギヤ軸125を成し、電動発電機MG2の駆動軸は、リングギヤ122の回転軸に結合して

リングギヤ軸126を成す。さらにリングギヤ122は、チェーンベルト129およびディファレンシャルギヤを介して、車軸112に結合している。

【0004】このようなハイブリッド車両は、上記したプラネタリギヤ120の機能により、種々の状態で走行することができる。例えば、ハイブリッド車両が走行を始めた比較的低速な状態では、エンジン150を停止したまま、電動発電機MG2を力行する(電動機として働かせる)ことにより車軸112に動力を伝達して走行する。同様にエンジン150をアイドル運転したまま走行することもある。低速走行時にエンジン150より動力を得る場合には、エネルギー効率を十分に高くすることは困難であるため、このように、発進時などの低速走行時には電動発電機MG2によって動力を得ることで、車両全体のエネルギー効率を高めることができる。

【0005】走行開始後にハイブリッド車両が所定の速度に達すると、制御システム200はモータMG1を力行して出力されるトルクによってエンジン150をモータリングして始動する。このとき、電動発電機MG1の反力トルクがプラネタリギヤ120を介してリングギヤ122にも出力される。

【0006】エンジン150を運転してプラネタリキャリア軸127を回転させると、所定の条件下で、サンギヤ軸125およびリングギヤ軸126が回転する。リングギヤ軸126の回転による動力はそのまま車輪116R、116Lに伝達される。サンギヤ軸125の回転による動力は電動発電機MG1で電力として回生する(発電機として働かせる)ことができる。一方、電動発電機MG2を力行すれば、リングギヤ軸126を介して車輪116R、116Lに動力を出力することができる。

【0007】定常運転時には、エンジン150の出力が、車軸112の要求動力(すなわち車軸112の回転数×要求トルク)とほぼ等しい値に設定される。このとき、エンジン150の出力の一部はリングギヤ軸126を介して直接車軸112に伝えられ、残りの出力は電動発電機MG1によって電力として回生される。回生された電力は、電動発電機MG2がリングギヤ軸126を回転させるトルクを発生するために使用される。この結果、車軸112を所望の回転数および所望のトルクで駆動することが可能である。

【0008】車軸112に伝達されるトルクが不足する場合には、電動発電機MG2によってトルクをアシストする。このアシストのための電力には、電動発電機MG1で回生した電力およびバッテリー194に蓄えられた電力が用いられる。このように、制御システム200は、車軸112から出力すべき要求動力に応じて2つの電動発電機MG1、MG2の運転を制御する。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、このように車軸112の回転数(車速)×要求トルクとして求

められる要求動力に応じて、エンジン150の出力を決定すると共に、エンジン150および電動発電機MG1、MG2の駆動制御を行なう場合には、車両の走行条件によっては、運転者の意図する動力が十分な反応性で出力できなくなる場合が考えられた。すなわち、一旦アクセル開度が値0になると、要求トルクが値0となるため、エンジン150および電動発電機MG1、MG2による車両駆動のための動力発生が停止されるが、その後再び要求トルクが大きくなったときには、エンジン150が再始動して必要な動力を出力できるようになるまでに時間を要してしまい、所望のトルクを得るのに時間がかかる場合があった。

【0010】例えば、山間地において車両が登坂走行しているときに、道路がカーブにさしかかって運転者が減速のためにアクセル開度を閉状態とすると、エンジン150に対する要求動力は値0となり、エンジン150は停止あるいはアイドリング状態となる。ここで、カーブの通過に伴い再びアクセルを踏んだとしても、エンジン150から十分な出力が得られるまでに時間がかかるために、所望の加速が得られない可能性がある。また、アクセル開度を閉状態とすることで一旦減速してしまうと、要求動力は上記したように車速×要求トルク（アクセル開度）として求められるため、加速しようとアクセルを踏んでも、十分に大きな要求動力が直ちには設定されず、さらに、一旦減速してしまうと所望の速度に達するのに要する加速度も大きくなるため、登坂走行しながら加速するにはトルクが不足した状態となり、所望の加速が得られなくなるおそれがある。

【0011】エンジン150から十分な動力が得られるようになるまでの間は、通常は、バッテリー194に蓄えられた電力を用いて電動発電機MG2から動力を得ることが可能である。しかしながら、登坂走行時のように大きなトルクを必要とする場合には、また、上記したように登坂走行時に一旦減速した後に加速しようとする場合のようにより大きなトルクを必要とする場合には、電動発電機MG2からの出力だけでは不十分となり、所望の車速が得られなくなる場合があった。すなわち、車両の性能として、高負荷走行時においてエンジン150からの出力を要するようなハイブリッド車両では、上記したように登坂走行時に一旦アクセルを閉状態とした後の再加速時には、エンジン150から十分な出力が得られるようになるまでの間は、必然的にトルクが不足してしまうことになってしまう。

【0012】また、高負荷走行時においてエンジン150からの出力の必要性が低いハイブリッド車両においても、上記したようなカーブが連続する道路を登坂走行する際には、エンジン150から十分な出力が得られるようになると再びカーブにさしかかって要求動力が値0になるということを繰り返す状況が考えられ、このような場合には、再加速の度にバッテリー194に蓄えられた電

力を用いて電動発電機MG2が動力を出力し続ける。したがって、電動発電機MG2によるバッテリー194の電力消費が断続的に続いて、バッテリー194のSOCが非所望の程度にまで低下してしまうおそれがあった。バッテリー194のSOCが低下してしまうと、バッテリー194に蓄えられた電力を用いて電動発電機MG2から動力を出力して登坂を続ける走行を続行できなくなってしまう。

【0013】本発明の動力出力装置およびその制御方法は、こうした問題を解決し、要求動力がない状態からある状態に変化したときに、運転者の意図に対応して動力を出力する反応性をより向上させることを目的としてなされ、次の構成を採った。

【0014】

【課題を解決するための手段およびその作用・効果】本発明の動力出力装置は、エンジンと電動機とを備え、外部に動力を出力する駆動軸に対して、前記エンジンと電動機とのうちの少なくとも一方から出力される動力を伝達することによって、前記駆動軸から動力を出力すると共に、該駆動軸から出力される動力の大きさは前記エンジンから出力される動力の大きさに依存する動力出力装置であって、前記駆動軸に対して運転者が要求する動力に基づいて、前記エンジンが出力すべき動力および前記駆動軸から出力すべき動力を設定し、前記エンジンおよび前記駆動軸がそれぞれ設定した動力を出力するように、少なくとも前記エンジンと前記電動機とを制御する制御手段と、運転者から動力要求がない場合に、次回、動力要求があった際に、前記駆動軸から出力される動力が運転者の要求する動力に追従できるか否かを予測する予測手段とを備え、前記制御手段は、運転者から動力要求がない場合であって、前記予測手段が追従できないと予測した場合には、前記予測手段が追従できると予測した場合に前記エンジンが出力すべき動力として設定される値よりも大きな値を、前記エンジンが出力すべき動力として設定することを要旨とする。

【0015】以上のように構成された本発明の動力出力装置は、外部に動力を出力する駆動軸に対して、前記エンジンと電動機とのうちの少なくとも一方から出力される動力を伝達することによって、前記駆動軸から動力を出力する。また、駆動軸から出力される動力の大きさは前記エンジンから出力される動力の大きさに依存している。このような動力出力装置では、制御手段が、前記駆動軸に対して運転者が要求する動力に基づいて、前記エンジンが出力すべき動力および前記駆動軸から出力すべき動力を設定し、前記エンジンおよび前記駆動軸がそれぞれ設定した動力を出力するように、少なくとも前記エンジンと前記電動機とを制御する。また、運転者から動力要求がない場合に、次回、動力要求があった際に、前記駆動軸から出力される動力が運転者の要求する動力に追従できるか否かを、予測手段が予測する。ここで、運

転者から動力要求がない場合であって、前記予測手段が追従できないと予測した場合には、制御手段は、前記予測手段が追従できると予測した場合に前記エンジンが出力すべき動力として設定される値よりも大きな値を、前記エンジンが出力すべき動力として設定する。

【0016】また、本発明の動力出力装置の制御方法は、エンジンと電動機とを備え、外部に動力を出力する駆動軸に対して、前記エンジンと電動機とのうちの少なくとも一方から出力される動力を伝達することによって、前記駆動軸から動力を出力すると共に、該駆動軸から出力される動力の大きさは前記エンジンから出力される動力の大きさに依存する動力出力装置の制御方法であって、(a) 前記駆動軸に対して運転者が要求する動力に基づいて、前記エンジンが出力すべき動力および前記駆動軸から出力すべき動力を設定し、前記エンジンおよび前記駆動軸がそれぞれ設定した動力を出力するように、少なくとも前記エンジンと前記電動機とを制御する工程と、(b) 運転者から動力要求がない場合に、次回、動力要求があった際に、前記駆動軸から出力される動力が運転者の要求する動力に追従できるか否かを予測する工程とを備え、前記(a)工程は、運転者から動力要求がない場合であって、前記(b)工程において追従できないと予測した場合には、前記(b)工程において追従できると予測した場合に前記エンジンが出力すべき動力として設定される値よりも大きな値を、前記エンジンが出力すべき動力として設定することを要旨とする。

【0017】このような本発明の動力出力装置および動力出力装置の制御方法によれば、運転者から動力要求がない場合に、次回、動力要求があった際に、前記駆動軸から出力される動力が運転者の要求する動力に追従できないと予測した場合には、エンジンが出力すべき動力をより大きく設定するため、実際に次回要求動力があったときには、直ちにエンジンから充分な動力を出力することができる。ここで、駆動軸から出力される動力の大きさはエンジンから出力される動力の大きさに依存するため、前記駆動軸から出力される動力を運転者の要求する動力により充分に追従させることが可能になる。

【0018】本発明の動力出力装置において、前記エンジンの出力軸および前記駆動軸に結合され、前記エンジンから出力された動力を前記駆動軸に伝達すると共に、該伝達される動力の大きさを電力のやり取りによって調整する動力調整手段をさらに備え、前記電動機は、前記駆動軸に結合されており、前記制御手段は、前記エンジンおよび前記駆動軸がそれぞれ設定した動力を出力するように、前記動力調整手段をさらに制御することとしてもよい。

【0019】このような構成とすれば、エンジンから駆動軸に伝達される動力の大きさを動力調整手段によって調整するため、エンジンが出力すべき動力としてより大きな値を設定しても、運転者から動力要求がない間は、

上記動力調整手段の働きによって、エンジンからの出力に起因して駆動軸から非所望の動力が出力されるのを防ぐことができる。

【0020】本発明の動力出力装置において、前記制御手段は、前記駆動軸に対して運転者が要求する動力に基づいて前記駆動軸から出力すべき動力として設定された値が、所定の値を越えた場合には、前記電動機と前記エンジンとの両方からの出力が前記駆動軸に伝達されるよう制御することとしてもよい。

【0021】このような場合には、駆動軸から出力すべき動力が大きいときには電動機とエンジンとの両方からの出力が駆動軸に伝達されるよう制御されるため、運転者から動力要求がない場合にエンジンから出力すべき動力をより大きく設定することによって、次の要求動力が上記所定の値を超えていた場合にも、速やかにエンジンから必要な動力を出力することが可能となる。

【0022】本発明の動力出力装置において、前記予測手段は、前記運転者から動力要求が無い状態から有る状態に移行した際に、前記駆動軸から実際に出力された動力が、運転者の要求動力に追従できたかどうかを検出する検出手段と、該検出手段の検出結果を記憶する記憶手段とを備え、前記記憶手段に記憶されている検出結果に基づいて予測することとしても良い。

【0023】このような構成とすれば、実際に運転者の要求動力に追従できない状況が起きたときに、次回、動力要求があった際に、駆動軸から出力される動力が運転者の要求する動力に追従できないと予測する。したがって、上記予測を精度良く行なうことができる。それによって、必要以上にエンジンの出力する動力を増大させることで動力出力に関わる効率が低下するのを抑えることができる。

【0024】また、本発明の動力出力装置において、少なくとも前記電動機との間で電気エネルギーのやり取りを行なうバッテリーをさらに備え、前記予測手段は、前記バッテリーの残存容量が所定量以下であるときに、運転者の要求動力に追従できないと予測することとしても良い。

【0025】電動機との間で電気エネルギーのやり取りを行なうバッテリーの残存容量が充分であれば、次回、動力要求があった際に、電動機から駆動軸に動力を出力することができる。バッテリーの残存容量が所定量以下であれば、電動機から充分な動力を出力できないため、運転者の要求動力に追従できないと予測することができる。このような場合にエンジンの出力すべき動力をより大きく設定することで、次回、動力要求があった際には、エンジンから速やかに動力を出力して、前記駆動軸から出力される動力を運転者の要求する動力により充分に追従させることが可能となる。

【0026】このような動力出力装置において、前記制御手段は、運転者から動力要求がない場合であって、前記予測手段が追従できないと予測した場合には、前記工

エンジンから出力される動力の少なくとも一部を電気エネルギーとして回収すると共に、前記バッテリーに供給される電流量が前記バッテリーの許容量を越えないように、少なくとも前記エンジンと前記電動機とを制御することとしてもよい。

【0027】このような構成とすれば、バッテリーの残存容量に基づいて運転者の要求動力に追従できないと予測し、エンジンから出力すべき動力をより大きく設定したときに、エンジンから出力される動力の少なくとも一部が電気エネルギーとして回収されるため、このような動作によってバッテリーの残存容量を回復することができる。したがって、バッテリーの残存容量を回復することで、次回、動力要求があったときに、電動機からもより十分な動力を出力することが可能となり、運転者の要求動力に追従できなくなるのを抑える効果を増すことができる。さらに、非所望の大きな電流によって前記バッテリーを充電してしまうのを防止することができる。

【0028】また、本発明の動力出力装置において、前記制御手段は、運転者から動力要求がない場合であって、前記予測手段が追従できないと予測した場合には、前記動力調整手段によって前記エンジンから前記駆動軸に動力が伝達されると共に、前記エンジンによって前記駆動軸に発生するトルクを、前記電動機が発生するトルクで打ち消すように、前記動力調整手段および前記電動機を制御することとしても良い。

【0029】このような構成とすれば、次回、動力要求があったときには、前記動力調整手段および前記電動機を制御することによって、前記エンジンから前記駆動軸に伝達されていた動力を直ちに駆動軸から出力することができる。すなわち、動力調整手段および電動機の運転状態を変更するために必要な時間を要するだけで、直ちに、前記エンジンから伝達されていた動力を駆動軸から出力することができ、回次の動力要求があったからエンジン出力を増大させる場合に比べて、動力要求に対する反応性を向上させることができる。したがって、運転者の要求動力に対して、より迅速に追従して駆動軸から動力を出力することが可能となる。

【0030】このような動力出力装置において、前記電動機が発生するトルクは、そのときの前記駆動軸の回転数に応じて、前記電動機が出力可能な最大トルクであることとしても良い。

【0031】このような場合には、電動機が出力しうる最大トルクが駆動軸に伝達されていることになるため、次回、動力要求があったときには、より大きな動力を直ちに駆動軸から出力することが可能となり、運転者の要求動力に対する追従性を向上させることができる。

【0032】このような動力出力装置において、前記動力調整手段および前記電動機との間で電気エネルギーのやり取りを行なうバッテリーをさらに備え、前記制御手段は、運転者から動力要求がない場合であって、前記予測

手段が追従できないと予測した場合には、前記エンジンが出力すべき値として、前記駆動軸から出力される動力が運転者の要求する動力に追従できないと予測される程度と、前記バッテリーの残存容量とのうちの少なくとも一つに応じた値を設定することとしても良い。

【0033】このような構成とすれば、不必要に大きな動力をエンジンから出力してしまうのを防止できるため、動力出力装置全体の効率が低下してしまうのを抑えることができる。

【0034】また、本発明の動力出力装置において、前記予測手段は、前記駆動軸が回転しているときに、前記追従できるか否かの予測を行なうこととしても良い。

【0035】本発明のハイブリッド車両は、請求項1ないし10いずれか記載の動力出力装置を備え、前記駆動軸から出力される動力によって走行することを要旨とする。

【0036】このようなハイブリッド車両によれば、運転者から動力要求がない場合に、次回、動力要求があった際に、車両の駆動軸から出力される動力が運転者の要求する動力に追従できないと予測した場合には、エンジンが出力すべき動力をより大きく設定するため、実際に次回要求動力があったときには、直ちにエンジンから十分な動力を出力することができ、車両の駆動軸から出力される動力を運転者の要求する動力により十分に追従させることが可能になる。したがって、動力要求がない状態からある状態に変わったときに、運転者の意図に反して車両の走行がもたつくのを抑えることができる。

【0037】

【発明の実施の形態】以上説明した本発明の構成・作用を一層明らかにするために、以下本発明の実施の形態を、実施例に基づいて以下の順序で説明する。

1. ハイブリッド車両の全体構成
2. ハイブリッド車両の基本的動作
3. 一般的なトルク制御の動作
4. トルク不足が予測されときの動作
5. ハイブリッド車両の他の構成

【0038】(1)ハイブリッド車両の全体構成：はじめに、本発明の実施例としてのハイブリッド車両の構成について説明する。図1は、本発明の一実施例としてのハイブリッド車両の全体構成を示す説明図である。このハイブリッド車両は、エンジン150と、2つのモータ／ジェネレータMG1、MG2との3つの原動機を備えている。ここで、「モータ／ジェネレータ」とは、モータ（原動機）としても機能し、また、ジェネレータ（発電機）としても機能する原動機を意味している。なお、以下では簡単のため、これらを単に「モータ」と呼ぶ。車両の制御は、制御システム200によって行われる。

【0039】制御システム200は、メインECU210と、ブレーキECU220と、バッテリーECU230と、エンジンECU240とを有している。各ECU

は、内部にCPU、ROM、RAMなどを有するマイクロコンピュータや、入力インタフェース、出力インタフェースなどの複数の回路要素が1つの回路基板上に配置された1ユニットとして構成されたものであり、CPUがROMに記録されたプログラムに従い種々の制御を実行する。メインECU210は、モータ制御部260とマスタ制御部270とを有している。マスタ制御部270は、エンジン150およびモータMG1、MG2の出力の配分などの制御量を決定する機能を有している。

【0040】エンジン150は、通常のガソリンエンジンであり、クランクシャフト156を回転させる。エンジン150の運転はエンジンECU240により制御されている。エンジンECU240は、マスタ制御部270からの指令に従って、エンジン150の燃料噴射量その他の制御を実行する。

【0041】モータMG1、MG2は、同期電動機として構成されており、外周面に複数個の永久磁石を有するロータ132、142と、回転磁界を形成する三相コイル131、141が巻回されたステータ133、143とを備える。ステータ133、143はケース119に固定されている。モータMG1、MG2のステータ133、143に巻回された三相コイル131、141は、それぞれ駆動回路191、192を介して2次バッテリー194に接続されている。駆動回路191、192は、各相ごとにスイッチング素子としてのトランジスタを1対ずつ備えたトランジスタインバータである。駆動回路191、192はモータ制御部260によって制御される。モータ制御部260からの制御信号によって駆動回路191、192のトランジスタがスイッチングされると、バッテリー194とモータMG1、MG2との間に電流が流れる。モータMG1、MG2はバッテリー194からの電力の供給を受けて回転駆動する電動機として動作することもできるし（以下、この動作状態を力行と呼ぶ）、ロータ132、142が外力により回転している場合には三相コイル131、141の両端に起電力を生じさせる発電機として機能してバッテリー194を充電することもできる（以下、この動作状態を回生と呼ぶ）。

【0042】エンジン150とモータMG1、MG2の

$$N_c = N_s \times \rho / (1 + \rho) + N_r \times 1 / (1 + \rho) \quad \dots (1)$$

【0046】ここで、 N_c はプラネタリキャリア軸127の回転数、 N_s はサンギヤ軸125の回転数、 N_r はリングギヤ軸126の回転数である。また、 ρ は次式で表される通り、サンギヤ121とリングギヤ122のギヤ比である。

【0047】 $\rho = [\text{サンギヤ121の歯数}] / [\text{リング}$

$$T_s = T_c \times \rho / (1 + \rho) \quad \dots (2)$$

$$T_r = T_c \times 1 / (1 + \rho) = T_s / \rho \quad \dots (3)$$

【0050】ここで、 T_c はプラネタリキャリア軸127のトルク、 T_s はサンギヤ軸125のトルク、 T_r はリングギヤ軸126のトルクである。

回転軸は、プラネタリギヤ120を介して機械的に結合されている。プラネタリギヤ120は、サンギヤ121と、リングギヤ122と、プラネタリビニオンギヤ123を有するプラネタリキャリア124と、から構成されている。本実施例のハイブリッド車両では、エンジン150のクランクシャフト156はダンパ130を介してプラネタリキャリア軸127に結合されている。ダンパ130はクランクシャフト156に生じる捻り振動を吸収するために設けられている。モータMG1のロータ132は、サンギヤ軸125に結合されている。モータMG2のロータ142は、リングギヤ軸126に結合されている。リングギヤ122の回転は、チェーンベルト129とデファレンシャルギヤ114とを介して車軸112および車輪116R、116Lに伝達される。

【0043】制御システム200は、車両全体の制御を実現するために種々のセンサを用いており、例えば、運転者によるアクセルの踏み込み量を検出するためのアクセルセンサ165、シフトレバーの位置を検出するシフトポジションセンサ167、ブレーキの踏み込み圧力を検出するためのブレーキセンサ163、バッテリー194の充電状態を検出するためのバッテリーセンサ196、およびモータMG2の回転数を測定するための回転数センサ144などを利用している。リングギヤ軸126と車軸112はチェーンベルト129によって機械的に結合されているため、リングギヤ軸126と車軸112の回転数の比は一定である。従って、リングギヤ軸126に設けられた回転数センサ144によって、モータMG2の回転数のみでなく、車軸112の回転数も検出することができる。

【0044】(2)ハイブリッド車両の基本的動作：次に、本実施例のハイブリッド車両の動作について説明する。ハイブリッド車両の基本的な動作を説明するために、以下ではまず、プラネタリギヤ120の動作について説明する。プラネタリギヤ120は、上述した3つの回転軸のうちの2つの回転軸の回転数が決定されると残りの回転軸の回転数が決まるという性質を有している。各回転軸の回転数の関係は次式(1)の通りである。

【0045】

ギヤ122の歯数]

【0048】また、3つの回転軸のトルクは、回転数に関わらず、次式(2)、(3)で与えられる一定の関係を有する。

【0049】

【0051】本実施例のハイブリッド車両は、このようなプラネタリギヤ120の機能により、種々の状態で走行することができる。例えば、ハイブリッド車両が走行

を始めた比較的低速な状態では、エンジン150を停止したまま、モータMG2を力行することにより車軸112に動力を伝達して走行する。同様にエンジン150をアイドル運転したまま走行することもある。

【0052】走行開始後にハイブリッド車両が所定の速度に達すると、制御システム200はモータMG1を力行して出力されるトルクによってエンジン150をモータリングして始動する。このとき、モータMG1の反力トルクがプラネタリギヤ120を介してリングギヤ122にも出力される。

【0053】エンジン150を運転してプラネタリキャリア軸127を回転させると、上式(1)～(3)を満足する条件下で、サンギヤ軸125およびリングギヤ軸126が回転する。リングギヤ軸126の回転による動力はそのまま車輪116R, 116Lに伝達される。サンギヤ軸125の回転による動力は第1のモータMG1で電力として回生することができる。一方、第2のモータMG2を力行すれば、リングギヤ軸126を介して車輪116R, 116Lに動力を出力することができる。

【0054】定常運転時には、エンジン150の出力が、車軸112の要求動力(すなわち車軸112の回転数×トルク)とほぼ等しい値に設定される。このとき、エンジン150の出力の一部はリングギヤ軸126を介して直接車軸112に伝えられ、残りの出力は第1のモータMG1によって電力として回生される。回生された電力は、第2のモータMG2がリングギヤ軸126を回転させるトルクを発生するために使用される。この結果、車軸112を所望の回転数で所望のトルクで駆動することが可能である。

【0055】車軸112に伝達されるトルクが不足する場合には、第2のモータMG2によってトルクをアシストする。このアシストのための電力には、第1のモータMG1で回生した電力およびバッテリー194に蓄えられた電力が用いられる。このように、制御システム200は、車軸112から出力すべき要求動力に応じて2つのモータMG1, MG2の運転を制御する。

【0056】本実施例のハイブリッド車両は、エンジン150を運転したまま後進することも可能である。エンジン150を運転すると、プラネタリキャリア軸127は前進時と同方向に回転する。このとき、第1のモータMG1を制御してプラネタリキャリア軸127の回転数よりも高い回転数でサンギヤ軸125を回転させると、上式(1)から明らかな通り、リングギヤ軸126は後進方向に反転する。制御システム200は、第2のモータMG2を後進方向に回転させつつ、その出力トルクを制御して、ハイブリッド車両を後進させることができる。

【0057】プラネタリギヤ120は、リングギヤ122が停止した状態で、プラネタリキャリア124およびサンギヤ121を回転させることが可能である。従っ

て、車両が停止した状態でもエンジン150を運転することができる。例えば、バッテリー194の残容量が少なくなれば、エンジン150を運転し、第1のモータMG1を回生運転することにより、バッテリー194を充電することができる。車両が停止しているときに第1のモータMG1を力行すれば、そのトルクによってエンジン150をモータリングし、始動することができる。

【0058】ここで、プラネタリギヤ120の動作を、さらに共線図を用いて説明する。プラネタリギヤ120において、これが備える3つの回転軸であるプラネタリキャリア軸127, サンギヤ軸125, リングギヤ軸126の回転数の間に成り立つ関係はすでに式(1)に示しており、これら3つの回転軸におけるトルクの関係はすでに式(2)および(3)に示している。このように、各回転軸の回転状態の関係は、機構学上周知の計算式によって求めることができるが、共線図と呼ばれる図により幾何学的に求めることもできる。

【0059】図2に共線図の一例を示す。縦軸は、各回転軸の回転数を示している。横軸は、各ギヤのギヤ比を距離的な関係で示している。サンギヤ軸125(図2中のS)とリングギヤ軸126(図2中のR)とを両端にとり、位置Sと位置Rとの間を1:ρに内分する位置Cを、プラネタリキャリア軸127の位置とする。既述したように、ρは、リングギヤ122の歯数に対するサンギヤ121の歯数の比である。こうして横軸上に定義された位置S, C, Rに対して、それぞれのギヤの回転軸の回転数Ns, Nc, Nrをプロットする。プラネタリギヤ120は、このようにプロットされた3点が、必ず一直線上に並ぶという性質を有している。この直線を動作共線と呼ぶ。直線は、2点が決まれば一義的に決定されるものであるため、この動作共線を用いることにより、3つの回転軸のうちの2つの回転軸の回転数から、残る1つの回転軸の回転数を求めることができる。なお、既述したように、エンジン150のクランクシャフト156はプラネタリキャリア軸127に結合されており、モータMG1のロータ132は、サンギヤ軸125に結合されており、モータMG2のロータ142は、車軸に機械的に結合されたリングギヤ軸126に結合されており、各回転軸の回転数は、それぞれ、エンジン150, モータMG1, MG2の回転数に対応している。

【0060】また、プラネタリギヤ120では、各回転軸のトルクを動作共線に働く力に置き換えて示したとき、動作共線が剛体として釣り合いが保たれるという性質を有している。具体例として、プラネタリキャリア軸127に作用するトルクTc(エンジン150からの出力トルク)に相当する大きさの力を位置Cで動作曲線に鉛直方向下から上に作用させる。作用させる方向は、トルクTcの方向に応じて定まる。また、リングギヤ軸126に対して作用するトルクTp(車軸112に作用する駆動力)を、位置Rにおいて動作共線に、鉛直方向上

から下に作用させる。図中の T_s 、 T_r は、剛体に作用する力の分配法則に基づいて、トルク T_c を等価な2つの力に分配したものである。トルク T_s 、 T_r の大きさは、既述した式(2)、(3)により表わすことができる。

【0061】以上の力が作用した状態で、動作共線図が剛体として釣り合いがとれているという条件を考慮すれば、MG1によってサンギヤ軸125に作用すべきトル

$$T_g = -\rho / (1 + \rho) \times T_c \quad \dots (4)$$

$$T_m = T_p - 1 / (1 + \rho) \times T_c \quad \dots (5)$$

【0063】プラネタリキャリア軸127に結合されたエンジン150が回転しているとき、動作共線に関する上述の条件を満足する条件下で、サンギヤ121およびリングギヤ122は様々な運転状態で回転することができる。図1に示した構成を有するハイブリッド車両では、エンジン150から出力された動力を、車軸112に機械的に伝達される動力と、一方の電動発電機が回生する(発電機として働く)ことによって電力に変換される動力に分配し、さらに回生された電力を用いて他方の電動発電機が力行する(電動機として働く)ことによって、車軸112において所望の動力を出力しながら走行することができる。このように、図1に示した構成のハイブリッド車両が走行する際には、通常は、電動発電機MG1およびMG2がそれぞれ、力行あるいは回生を行ない、力行で消費される電力と回生で生じる電力とが釣り合うように制御される。

【0064】(3) 一般的なトルク制御の動作

本発明は、アクセルが全閉である状態から、次回にアクセルが踏み込まれて大きな動力を要求されたときに、運転者の要求に充分に追従して所望の動力を出力することを特徴としているが、その説明の前提として、まず、一般的なトルク制御の動作について、本実施例のハイブリッド車両に即して説明する。図3は、トルク制御処理ルーチンを表わすフローチャートである。本ルーチンは、主としてマスタ制御部270内のCPUにおいて、所定の時間ごとに実行されているが、エンジン150やモータMG1、MG2の駆動制御に関わる動作は、エンジンECU240およびモータ制御部260においても実行される。

【0065】本ルーチンが実行されると、上記CPUは、まず、アクセル開度および車速を入力する(ステップS100)。ここで、アクセル開度は、既述したアクセルペダルポジションセンサから入力する信号を基に知ることができる。また、車速は、既述したセンサ144が検出したリングギヤ軸126の回転数から知ることができ、以下の処理では、車速としてリングギヤ軸126の回転数 N_r を用いている。次に、CPUは、ステップS100で入力した情報を基に、アクセルが全閉状態であるか否かを判断する(ステップS110)。

【0066】ステップS110においてアクセルが全閉

ク T_g と、MG2によってリングギヤ軸に作用すべきトルク T_m とを求めることができる。トルク T_g はトルク T_s と等しくなり、トルク T_m はトルク T_p とトルク T_r の差分と等しくなる。このような性質に基づいた各トルク T_g 、 T_m を表わす式を、以下に式(4)、(5)として示す。

【0062】

状態ではないと判断されると、次に、駆動力(制御対象は車軸112からの出力トルクであるが、ここではリングギヤ軸126に対して働く目標トルク) T_p^* を設定する(ステップS120)。マスタ制御部270では、予め所定のROM内に、アクセル開度および車速と、駆動力 T_p^* との関係がマップとして記憶されており、CPUは、このマップを参照することにより駆動力 T_p^* を決定する。

【0067】駆動力 T_p^* を求めると、次にCPUは、エンジン要求動力 P_e^* を算出する(ステップS130)。このエンジン要求動力 P_e^* は、駆動力 T_p^* と車速 N_r の積として算出される走行動力である。このようにエンジン要求動力 P_e^* を算出すると、CPUは、エンジン150の目標運転ポイント、すなわち、ステップS130で算出したエンジン要求動力 P_e^* を出力するための、目標回転数 N_c^* および目標トルク T_c^* を設定する(ステップS140)。このような制御においては、エンジン150の運転ポイントとして、運転効率が最も高くなる運転ポイントがマップから選択される。

【0068】図4にエンジン150の運転ポイントと運転効率の関係を示す。図4中、 P_e^*1 、 P_e^*2 で示されている曲線は、エンジン150から出力される動力が一定の曲線であり、エンジン150の運転ポイントは、これらの曲線のうち、要求動力に対応する所定の曲線上で選択される。 P_e^*1 、 P_e^*2 の順に要求動力が低い状態を示している。例えば、エンジン150への要求動力 P_e^* が曲線 P_e^*1 で表わされる動力に相当する場合、エンジン150の運転ポイントは、曲線 P_e^*1 上で運転効率が最も高くなるD1点に設定され、目標回転数は N_c^*1 、目標トルクは T_c^*1 と設定される。同様に、エンジン150への要求動力が P_e^*2 であるときには、エンジン150の運転ポイントは、曲線 P_e^*2 上で運転効率が最も高くなるD2点に設定され、目標回転数は N_c^*2 、目標トルクは T_c^*2 と設定される。なお、図4では、所定の要求動力に対応する曲線として、説明の便宜上、2本の曲線だけを例示しているが、このような曲線は要求出力に応じて無数に引くことができ、エンジン150の運転ポイントD1等も無数に選択することができる。このようにエンジン150の運転効率の高い点をつなぐことにより描いた曲線が、

図4中の曲線Aであり、これを動作曲線と呼ぶ。エンジン150の運転ポイントは、動作曲線A上において、上記エンジン要求動力 P_e^* に対応するポイントを設定する。

【0069】以上の処理によりエンジン150の運転ポイントを設定すると、次に、モータMG1の運転ポイント、すなわちMG1の目標回転数 N_s^* および目標トルク T_g^* を設定する(ステップS150)。エンジン150の目標回転数、すなわちプラネタリキャリア軸127の目標回転数 N_c^* が設定されており、車軸112の回転数、すなわちリングギヤ軸126の回転数 N_r が入力されているため、図2に示したような共線図によって、サンギヤ軸125の目標回転数、すなわちモータMG1の目標回転数 N_s^* を設定することができる。また、モータMG1の目標トルク T_g^* は、図2に示したような共線図の性質によれば、既述した(4)式に基づいて求めることができるが、実際にはPID制御によって設定される。なお、PID制御は周知の制御方法であるため詳しい説明は省略する。

【0070】モータMG1の運転ポイントが設定されると、次にCPUは、モータMG2の運転ポイントを設定する(ステップS160)。モータMG2の目標回転数としては、ステップS100で入力したリングギヤ軸126の回転数 N_r が与えられるため、ここでは、モータMG2の目標トルク T_m^* が設定される。モータMG2の目標トルク T_m^* は、既述した共線図に基づく性質により、駆動力 T_p^* およびエンジン目標トルク T_c^* を既述した(5)式に代入することにより求められるが、実際にはPID制御によって設定される。

【0071】こうして設定された運転ポイントに従って、CPUは、モータMG1、MG2およびエンジン150の運転に関する制御処理を行ない(ステップS170)、本ルーチンを終了する。モータMG1、MG2の制御は、モータ制御部260によって、設定された目標回転数と目標トルクとに応じて各モータの三相コイルに印加する電圧が設定され、現時点での印加電圧との偏差に応じて、駆動回路191、192のトランジスタのスイッチングを行なうのである。同期モータを制御する方法については周知であるため、ここでは詳細な説明を省略する。

【0072】エンジン150についても、設定された運転ポイントで運転するための制御処理は周知であるため、ここでは説明を省略する。ただし、実際にエンジン150の制御を行なうのはエンジンECU240である。したがって、トルク制御処理ルーチンでのステップS170における処理では、マスタ制御部270からエンジンECU240に対して、エンジン150の回転数などの必要な情報を送信する処理が行なわれる。このように情報を送信することによって、マスタ制御部270は、間接的にエンジン150の運転を制御する。

【0073】なお、ステップS110において、アクセルが全閉状態であると判断されたときには、CPUは、トルク要求ゼロ時処理ルーチンを実行して(ステップS180)、本ルーチンを終了する。アクセルが全閉状態ではないときには、既述したように、アクセル開度に応じて駆動力 T_p^* が求められ、所望の駆動力が実現されるようにエンジン150およびモータMG1、MG2が制御されるが、アクセルが全閉状態のときには運転者からのトルク要求がゼロであるため、異なる制御が行なわれる。

【0074】ステップS100で入力された車速が値0であるとき、すなわち車両が停車中である場合には、車軸においてトルクが発生しない制御が行なわれる。このとき、通常はエンジン150は停止される。あるいは、エンジン150を所定の回転数で回転させ、アイドリング状態とすることとしてもよい。アイドリング状態のエンジンの回転数は、予め所定の値を設定しておくこととしても良い。また、本実施例のハイブリッド車両では、エアコンのコンプレッサは、エンジン150の駆動軸と機械的に接続することによって駆動する構成となっており、停車中にエアコンを使用する場合には、エンジン150を、通常の停車状態に設定される回転数よりも高い回転数で回転するように、アイドリング状態を設定すればよい。

【0075】また、ステップS100で入力された車速が値0ではないとき、すなわち車両の走行中に、ステップS110においてアクセルが全閉であると判断されると、本実施例のハイブリッド車両では、通常のカソリンエンジンのみを用いて走行する車両でエンジンプレーキがかかった状態に対応するように、モータMG2において所定の負のトルクを発生させて、所定の制動力が車軸に作用するように制御する。図5は、このような状態の一例を表わす共線図である。モータMG2は、車速に対応する回転数 N_r で回転しつつ、バッテリー194に蓄積した電力を用いて、制動力 T_b に対応する負のトルク T_m を発生するよう制御される。なお、図5では、エンジン150が停止している状態を示したが、上記した停車中の場合と同様に、エンジン150は所定の回転数で回転するアイドリング状態としても良い。また、上記エンジンプレーキに対応する動作として車軸に作用する制動力 T_b の値は、予め一定の値を定めておくこととしても良く、車速などに応じて適宜制御することとしても良い。

【0076】なお、図3に基づいた上記説明では省略したが、実際にエンジン150およびモータMG1、MG2の駆動制御を行なう際には、運転ポイントの設定などの際に種々の補正が行なわれる。例えば、エンジン150から出力された動力が、プラネタリギヤ120やモータMG1、MG2を介して車軸112に伝えられ、所定のトルクおよび回転数にて出力される際には、100%

の効率で動力が伝達されるわけではない。したがって、エンジン150の要求動力 P_{e*} を設定する際には、動力が伝達される間に生じるエネルギーのロス considering、よりも大きな値が設定される。また、モータMG1およびMG2の動作では、制御指令に対して遅れや誤差が生じるため、モータMG1、MG2の回転数を実測してフィードバックすることによって、制御指令値の補正を行っている。このような補正の動作は、後述する他の制御においても同様に行なわれるが、補正に関する説明は省略する。

【0077】(4) トルク不足の判別に関わる動作：以下に、運転者の要求する動力に追従できず、トルク不足が生じると予測したときの動作について説明する。図6は、トルク不足防止処理ルーチンを表わすフローチャートである。図3では、アクセル開度に基づく一般的なトルク制御の動作について説明したが、本実施例のハイブリッド車両では、アクセル全閉時には、トルク追従遅れに関する判断をさらに行ない、トルク追従遅れを防止する構成となっており、図3のトルク制御処理ルーチンに代えて図6のトルク防止処理ルーチンを実行する。本ルーチンは、主としてマスタ制御部270内のCPUにおいて、所定の時間ごとに実行されているが、エンジン150やモータMG1、MG2の駆動制御に関わる動作は、エンジンECU240およびモータ制御部260においても実行される。

【0078】本ルーチンが実行されると、上記CPUは、まず、図3のトルク制御処理ルーチンと同様に、アクセル開度および車速を入力する(ステップS200)。次に、CPUは、ステップS200で入力した情報を基に、アクセルが全閉状態であるか否かを判断する(ステップS210)。ステップS210においてアクセルが全閉状態であると判断されると、次に、トルクの追従遅れが起こり得るか否かを予測する(ステップS220)。

【0079】ここで、トルクの追従遅れに関しては、種々の方法によって予測することができる。一つの方法として、バッテリー194の残存容量(SOC)によって予測することができる。バッテリー194の残存容量が充分であれば、アクセル全閉状態からアクセル開度が急激に大きくなったときにも、モータMG2の性能の範囲内で大きなトルクを車軸に出力することが可能であり、エンジン150から十分な動力が出力されるようになるまでの間の動力をある程度確保することができる。したがって、モータMG2から十分な出力が得られない程度にバッテリー194の残存容量が低下すると、トルクの追従遅れが起こると予測することができる。

【0080】なお、バッテリー194は、その残存容量が所定の範囲内となるように制御されている。ここでは、エンジンの運転効率を優先しつつ、アクセル開度に基づいた通常の制御を行なう範囲内で、残存容量が低下した

ときにはエンジンの余力の範囲で充電を行なっている。これに対して、上記したトルクの追従遅れに関する予測のための残存容量の基準は、モータMG2から出力可能な動力の大きさに基づいたものとなっている。

【0081】あるいは、ステップS220におけるトルクの追従遅れに関する予測は、トルクの追従遅れに関する過去の履歴に基づいて行なうこととしても良い。例えば、アクセル全閉状態からアクセル開度を大きくしたときに所望の動力が出力されなかったという履歴を記憶しておけば、次回にアクセル全閉状態となったときに、トルクの追従遅れが起こりうると予測することができる。このような、過去の履歴の記憶に関する動作は、後に詳しく説明する。

【0082】ステップS220において、トルクの追従遅れが起こりうると予測すると、次に、モータMG2が出力し得る負のトルクのうちの最大トルクを、モータMG2の目標トルク T_{m*} として設定する(ステップS230)。本実施例では、トルクの追従遅れが起こりうると予測したときには、エンジン150からの出力をより高く設定すると共に、エンジン150からの出力トルクの一部をプラネタリギヤ120を介して車軸に出力して、所望のトルクを直ちに車軸から出力可能となるよう準備することによって、次の追従遅れを防止する構成となっているが、アクセル全閉状態の間は、このエンジン150から車軸に伝えられたトルク(以下、直達トルクと呼ぶ)を、MG2から出力する負のトルクによってキャンセルしている。

【0083】図7は、エンジン150からの出力の一部を直達トルクとして車軸に出力しつつ、この直達トルクをモータMG2が出力する負のトルクによってキャンセルしている状態を表わす共線図である。本実施例では、直達トルク T_r をキャンセルするためにモータMG2が出力する負のトルク T_m の大きさとして、MG2が出力しうる最大トルクを設定している。モータMG2は、回転数に応じて出力トルクの限界値が定まっているため、ステップS200で入力した車速に応じてモータMG2から出力しうる負のトルクの最大値を、モータMG2の目標トルク T_{m*} として設定する。

【0084】次に、上記モータMG2の目標トルク T_{m*} と車軸に作用する制動力 T_b とに基づいて、直達トルク T_r の大きさと、エンジン要求動力 P_{e*} を算出すると共に(ステップS240)、エンジンの運転ポイントを設定する(ステップS250)。ここで、制動力 T_b とは、図5に基づいてすでに説明したように、車両の走行中にアクセル全閉状態となったときに、エンジンブレーキに相当する力としてモータMG2によって車軸に作用する力である。モータMG2から出力されるトルクの一部は、このように車両の制動力としても消費するため、直達トルク T_r は、上記モータMG2の目標トルク T_{m*} と制動力 T_b との差分に釣り合うように設定すれ

ばよい。直達トルク T_b が求まると、このような直達トルク T_r をリングギヤ軸126から出力するためにエンジン150から出力すべきトルク T_c を算出することができる。エンジン150の運転ポイントは、エンジン150の運転効率が高いポイントを選択すれば良く、図4に示した動作曲線A上で、エンジントルクが上記トルク T_c となるポイントに対応するエンジン要求動力 P_{e*} およびエンジン目標回転数 N_{c*} が設定される。

【0085】以上の処理によりエンジン150の運転ポイントを設定すると、次に、モータMG1の運転ポイント、すなわちMG1の目標回転数 N_s* および目標トルク T_g* を設定する(ステップS260)。このモータMG1の運転ポイントを求める動作は、図3におけるステップS150と同様の動作である。エンジン150の目標回転数 N_{c*} と、車軸112の回転数 N_r とに基づいて、モータMG1の目標回転数 N_s* が設定される。また、PID制御によってモータMG1の目標トルク T_g* が設定される。

【0086】こうして設定された運転ポイントに従って、CPUは、図3におけるステップS170と同様に、モータMG1、MG2およびエンジン150の運転に関する制御処理を行ない(ステップS270)、本ルーチンを終了する。

【0087】なお、ステップS220において、トルクの追従遅れが起これないと予測された場合には、図3におけるステップS180と同様のトルク要求ゼロ時処理ルーチンを実行して本ルーチンを終了する。また、ステップS210において、アクセルが全閉状態でないと判断されたときには、CPUは、通常処理ルーチンを実行して(ステップS280)、本ルーチンを終了する。ここで、ステップS280で実行される通常処理ルーチンでは、図3のトルク制御処理ルーチンにおけるステップS120ないしステップS170に相当する処理が実行される。

【0088】上記したトルク不足防止処理ルーチンのステップS220でトルクの追従遅れを予測する際に、トルクの追従遅れに関する過去の履歴に基づいて行なうこととしても良いことを述べたが、以下に、過去の履歴に基づいてトルクの追従遅れを予測する動作について説明する。図8は、トルク追従判別処理ルーチンを表わすフローチャートである。本ルーチンは、マスタ制御部270内のCPUにおいて、図6に示したトルク不足防止処理ルーチンとは別個に、所定の時間ごとに行なわれる。

【0089】本ルーチンが実行されると、上記CPUは、まず、図6のトルク不足防止処理ルーチンと同様に、アクセル開度および車速を入力する(ステップS300)。次に、CPUは、ステップS300で入力した情報を基に、アクセルが全閉状態であるか否かを判断する(ステップS310)。ステップS310においてアクセルが全閉状態であると判断されると、次に、トルク

の追従遅れが設定されているか否かを判断する(ステップS220)。このトルクの追従遅れの設定は、後述するように、トルクの追従遅れをCPUが検出したときに設定するものであり、ステップS220では、この設定がすでに行なわれているかどうかを判断する。

【0090】ステップS220でトルクの追従遅れが設定されていないと判断されたときには、CPUは、再びアクセル開度と車速とを入力し(ステップS330)、アクセルが全閉状態であるかどうかを判断する(ステップS340)。アクセルが全閉状態でなくなるまでステップS330およびS340の処理を繰り返し、アクセルが全閉状態でないとステップS340で判断されると、入力した車速に基づいて、アクセルが全閉状態でなくなったときの加速度を算出する(ステップS350)。すなわち、CPUは、アクセルが全閉状態でなくなったときの速度と直前の速度との両方の値に基づいて、加速度を算出する。

【0091】車両の加速度を算出すると、この加速度とアクセル開度とに基づいて、トルク不足が起きているかどうかを判断する(ステップS360)。本実施例のハイブリッド車両のマスタ制御部270は、通常の走行条件下(例えば平坦な路面を走行するとき)におけるアクセル開度と加速度との関係を、所定のメモリ(図示せず)内に記憶している。検出したアクセル開度に対応する値として記憶されている加速度と、車速に基づいてステップS350で算出した加速度とを比較し、前者が後者に比べて所定の値以上大きいならば、車軸から実際に出力されたトルクは、運転者が要求したトルクに比べて不足していたと判断する。

【0092】ステップS360で、トルク不足が起きたと判断したときには、マスタ制御部270内の所定のメモリ(図示せず)にトルクの追従遅れの設定を記憶し(ステップS370)、本ルーチンを終了する。ステップS360で、トルク不足が起きていないと判断したときには、トルクの追従遅れの設定を行なうことなく(ステップS380)、本ルーチンを終了する。

【0093】ステップS320において、トルクの追従遅れがすでに設定されていると判断した場合には、CPUは、再びアクセル開度と車速とを入力し(ステップS390)、アクセルが全閉状態であるかどうかを判断する(ステップS400)。アクセルが全閉状態でなくなるまでステップS390およびS400の処理を繰り返し、アクセルが全閉状態でないとステップS400で判断されると、入力した車速に基づいて、ステップS350と同様に、アクセルが全閉状態でなくなったときの加速度を算出する(ステップS410)。

【0094】車両の加速度を算出すると、この加速度とアクセル開度とに基づいて、トルク過剰の状態が起きているかどうかを判断する(ステップS420)。ここで、ステップS420の判断を行なうときには、予めト

トルクの追従遅れが設定されていることによって、車両はアクセルが全閉状態のときには図7に示した状態となるよう駆動制御を行っており、駆動軸にはエンジンの直達トルクが出力されている。そこで、ステップS420では、アクセルが全閉状態ではなくなったときに所望のトルクを車軸から出力しようとした際に、直達トルク T_r が予め駆動軸に出力されていることによってトルク過剰の状態が発生したかどうかを判断する。

【0095】ステップS420で、トルク過剰の状態が発生しなかったと判断したときには、マスタ制御部270内の所定のメモリ（図示せず）にトルクの追従遅れの設定を記憶した状態を続行し（ステップS430）、本ルーチンを終了する。ステップS420で、トルク過剰の状態が発生したと判断したときには、上記トルクの追従遅れの設定を解除して（ステップS440）、本ルーチンを終了する。

【0096】ステップS380においてアクセルが全閉状態ではないと判断されたときには、CPUは、図6におけるステップS280と同様の通常処理ルーチンを実行して（ステップS280）、本ルーチンを終了する。

【0097】このように、トルク追従判別処理ルーチンによってトルクの追従遅れの設定を行なう場合には、図6のトルク不足防止処理ルーチンのステップS220において、上記設定が記憶されているかどうかを参照し、設定が記憶されているときには、トルクの追従遅れが起こりうるかどうかを予測する。

【0098】以上のように構成された本実施例のハイブリッド車両によれば、アクセルが全閉状態のときに、次回に動力要求が入力されると車軸の出力トルクが要求トルクに追従できないと予測されるときには、エンジン150からの出力を増大させる制御を行なう。したがって、次回に動力要求が入力されたときには（アクセルが踏み込まれたときには）、エンジン150から速やかに十分な動力を出力させることが可能になり、トルク不足による走行のむたつきを防止することができる。

【0099】なお、上記実施例では、トルクの追従遅れが予測されるときには、車軸にエンジン150からの直達トルクを出力する構成としたが、必ずしも直達トルクを車軸に出力する必要はなく、エンジン150からの出力を、通常の制御時よりも増大させることによって、走行のむたつきを抑える所定の効果を得ることができる。例えば、アクセルが全閉状態のときに通常の制御ではエンジン150を停止する場合には、エンジン150をアイドリング状態とすることによって、また、アクセルが全閉状態のときに通常の制御ではエンジン150をアイドリングする場合には、アイドリングの回転数をより上昇させることによって、次回に動力要求が入力されたときに、エンジン150から十分な動力が出力されるまでの時間を短縮し、トルク不足による走行のむたつきを抑える効果を得ることができる。

【0100】もとより、上記実施例のように、エンジン150からの出力を増大させ、車軸にエンジン150の直達トルク T_r を出力しておく構成とすれば、次回動力要求が入力されたときには、モータMG1、MG2の駆動状態を切り替えることによって、速やかに所望のトルクを車軸から出力して所望の加速度を実現することができる。特に、上記実施例では、エンジン150の出力を増大させる際に、モータMG2の出力トルク T_m が最大値となるように制御しているため、アクセル全閉状態から急激に大きな動力要求があった場合にトルク不足による走行のむたつきを抑える効果を、より充分に得ることができる。

【0101】なお、アクセルが全閉状態のときに、図7に示したようにエンジン150およびモータMG1、MG2の駆動を制御すると、モータMG1、MG2は共に回生運転を行なうことになる。すなわち、モータMG1は、エンジン150から伝達されるトルク T_s と釣り合うトルク T_g を出力することで回生し、MG2は、制動力 T_b を発生するために回生すると共に、直達トルク T_r をうち消すトルクを発生することで回生する。そのため、このときバッテリー194は、MG1が回生する電力と、MG2が回生する電力との両方によって充電される。したがって、バッテリー194の残存容量が不十分であってトルクの追従遅れが予測されるときには、このような制御を行なうことで速やかに残存容量を回復することができるという効果を得ることができる。さらに、上記したように、MG2によって、直達トルク T_r をうち消すトルクを出力するだけでなく、制動力 T_b を発生させることによって、運転者にとっては自然な走行感覚（エンジンブレーキ相当の自然な減速感）を実現することができる。

【0102】また、図6のステップS220でトルクの追従遅れを予測する際に、図8のトルク追従判別処理ルーチンを実行して、過去の動作の履歴に基づいて判断する場合には、実際にトルクが不足して走行がもたついたことに基いて、エンジン150から出力する動力を増大させる処理を行なうため、トルクの追従遅れを防止する動作を行なう際に、車両のエネルギー効率が不必要に低下してしまうのを抑え、より無駄のない制御を行なうことができる。特に、山間地を登坂走行する場合のように、アクセル全閉状態から高負荷要求が発生する状態が断続的に続く場合には、過去の履歴に基づいて上記制御を行なうことにより、登坂中の加速のむたつきを防いで走行することが可能となる。

【0103】なお、上記したように過去の動作の履歴に基づいてトルクの追従遅れを予測する場合であって、トルク不足が予測されるときにはエンジン150からの直達トルクを車軸に出力する制御を行なう場合には、このような動作は既述したように充電を伴うものであるため、バッテリー194の残存容量の検出を並行して行なう

ことが望ましい。そして、バッテリー194の残存容量が十分に回復して所定値を越えたときには、過充電を防止するために上記バッテリーの出力を増大させる制御は停止するものとする。ただし、過去の動作の履歴が、図8に示したように加速度に基づくものであって、バッテリー194の残存容量が充分なときにはモータMG2から十分に大きな動力を出力することが可能な場合には、残存容量が回復したときにはトルクの追従遅れも解消されるため、バッテリー194の残存容量を検出することなく、既述したトルクの追従遅れを防止するための制御を行なうことも可能である。

【0104】また、アクセル全閉状態のときにエンジンの直達トルクを車軸から出力する制御を行なう場合には、上記したように、バッテリー194は、MG1とMG2の両方が回生する電力によって充電される。バッテリーを充電する際には、充電電流として許容できる範囲が決まっているため、上記した制御を行なう場合には、MG1およびMG2の回生電流を検出し、これらの合計電流値が、バッテリーの充電電流として許容できる範囲を超えないように、エンジンの出力を制御すればよい。これによって、非所望の大きな電流でバッテリーを充電してしまう不都合を防止することができる。

【0105】上記した実施例では、トルクの追従遅れを予測してエンジンの直達トルクを車軸に出力する際に、モータMG2からの出力が最大値となるように制御を行なったが、このモータMG2からの出力は、トルクの追従遅れが予測される程度に応じて設定することとしても良い。例えば、バッテリー194の残存容量に基づいてトルクの追従遅れを予測する場合には、残存容量が低下している度合いに応じて、MG2からの出力を設定し、残存容量が低下しているほど、より大きな直達トルクを車軸に出力することとしても良い。あるいは、図8に示したように前回加速時の加速度といった過去の動作の履歴に基づいて予測する場合には、算出した加速度がアクセル開度に対して不足している度合いに応じてMG2からの出力を設定し、アクセル開度に対して加速度が小さいほど、より大きな直達トルクを車軸に出力することとしても良い。さらに、トルクの追従遅れを予測して上記直達トルクを車軸に出力する制御を行なう際にも、基準となるバッテリーの残存容量やアクセル開度に対する加速度が回復するのに従って、MG2からの出力を設定し直し、車軸に出力する直達トルクを徐々に小さくすることとしても良い。

【0106】また、図8に示した動作においては、トルクの追従遅れが設定されて、エンジンの直達トルクを車軸に出力させる制御がすでに実行されている場合には、次回に動力要求が入力されたときに、トルク過剰が発生したかどうかを判断することによって、追従遅れの設定を続行するか解除するかを決定している。このような、一旦トルクの追従遅れを設定した後の動作は、種々の変

形が可能である。例えば、図8のステップS420においてトルク過剰が発生したかどうかを判断する代わりに、ステップS360と同様にトルク不足が起きたかどうかを判断することとしても良い。このような構成では、エンジンの直達トルクを車軸に出力することによってトルク不足が起きなくなったときには、一旦追従遅れの設定を解除し、解除することによって次回に再びトルク不足が生じたときには、再び追従遅れの設定を行なうこととすればよい。

【0107】さらに、図8に示したステップS370において追従遅れを設定し、エンジンからの出力を増大させる制御を行なった場合にも、トルク不足が生じるおそれが小さくなったことを示す他の条件を入力することで、上記追従遅れの設定を解除することとしても良い。例えば、アクセル全閉状態で（図6のステップS210）トルクの追従遅れが予測されているとき（図6のステップS220）に、図6のステップS230～S270の処理を実行した後、アクセル全閉状態が所定の時間以上継続した場合には、大きな動力要求が突然入力される可能性は低いと考えられるため、追従遅れの設定を解除することとしても良い。あるいは、図8のステップS370において一旦追従遅れを設定した後に、次回にアクセル全閉状態になるまでに所定の値を超える時間を要した場合には、エンジンが駆動される状態が継続することによってバッテリーの残存容量を十分に回復可能であると共に、高負荷が連続する走行状態にはないと判断できるため、この場合にも追従遅れの設定を解除することとしても良い。

【0108】上記実施例では、トルクの追従遅れの予測をするための基準として、バッテリーの残存容量および過去の動作の履歴を挙げたが、他の基準を用いることとしても良く、また、複数の基準を組み合わせる判断することとしても良い。例えば、アクセル全閉状態から大きな動力要求が入力される状況としては、既述したように山間地を登坂走行する場合が考えられるため、車両に高度計を搭載し、高度に関する情報に基づいて、あるいは、バッテリーの残存容量や過去の動作の履歴に関する情報に加えてさらに高度に関する情報に基づいて、トルクの追従遅れの予測を行なうこととしてもよい。あるいは、過去の動作の履歴として、アクセル開度に対する加速度を用いる代わりに、アクセル全閉状態から前回状態になるように急激に大きな動力要求が入力される履歴を検出し、このような高負荷要求が連続したときに、トルクの追従遅れが起これと予測することとしても良い。また、運転者によって指示入力可能なスイッチを設け、このスイッチから入力があり、アクセル全閉状態のときには、エンジンの出力を増大させる既述した処理を実行することとしても良い。このような構成とすれば、トルク不足が起きるような走行状態になると運転者が予測したときには、上記スイッチから指示入力することで、要求動力

に対して走行がもたつくの防止することができる。

【0109】なお、上記したようにアクセル全閉状態のときにトルクの追従遅れを予測してエンジン出力を増大させる制御は、車両が走行中に限るものではない。例えば、山間地を登坂中に一旦停車してアクセル全閉状態としたときにも、バッテリーの残存容量や過去の動作の履歴などに基づいて次回発進時におけるトルク不足を予測して、既述したエンジンの出力を増大させる制御、すなわち、アイドリングの回転数を上昇させたり、エンジンの直達トルクを車軸に出力する制御を行なうことで、発進時により速やかに所望のトルクを出力し、もたつきなく走行を開始することができる。

【0110】(5) ハイブリッド車両の他の構成

以上の実施例では、プラネタリギヤ120を用いた構成のハイブリッド車両を例示した。本発明は、このような構成ばかりでなく、他の構成のハイブリッド車両にも適用可能である。エンジンと電動機との両方の動力を駆動軸に出力可能なハイブリッド車両であれば、本発明を適用することができる。もとより、プラネタリギヤ120とエンジン150、モータMG1、モータMG2とは、種々の態様で結合させた構成を採ることが可能である。また、プラネタリギヤ120と同様の作用、すなわち、3つの回転軸を有し、一の回転軸から入力された動力を残余の2つの回転軸に任意に分配して出力可能な作用を奏するその他の機構を採用することもできる。

【0111】さらに、以下に示すとおり、プラネタリギヤ120とモータMG1の作用を一つの機構で実現する構成も可能であり、このような構成を第2実施例として説明する。図9は、第2実施例のハイブリッド車両の構成を示す説明図である。第2実施例のハイブリッド車両では、プラネタリギヤ120およびモータMG1に代えて、クラッチモータCMを用いる点で、既述した実施例と相違する。なお、図9では、図1に示したハイブリッド車両に対応する部材には同じ部材番号を付し、既述した実施例と共通する構成に関わる説明は省略する。

【0112】クラッチモータCMとは、同軸周りに相対的に回転可能な2つのロータ、すなわち、インナロータ232とアウトロータ233とを有する対ロータ電動機である。本実施例では、インナロータ232にはモータMG2のロータと同様、永久磁石が貼付されており、アウトロータ233にはコイルが巻回されたモータを適用した。インナロータ232にはエンジン150のクランクシャフト156が結合されており、アウトロータ233にはモータMG2のロータが結合されている。アウトロータ233は、また、駆動軸113にも機械的に結合される。

【0113】クラッチモータCMでは、コイルへの通電を駆動回路191で制御することにより、インナロータ232とアウトロータ233との磁気的な結合を制御することができる。駆動回路191は、第1実施例と同様

に、トランジスタインバータで構成されている。このような磁気的な結合により、エンジン150から出力された動力を、駆動軸113に伝達することができる。また、所定の滑りをもった状態でインナロータ232とアウトロータ233とを回転させることにより、滑り量に応じた電力を回生することができる。当然、バッテリー194から電力の供給を受けて、トルクを出力することも可能である。つまり、クラッチモータCMは、単体でプラネタリギヤ120とモータMG1の組み合わせと同等の作用を奏することができる。

【0114】このようなハイブリッド車両においても、既述した実施例と同様の制御を行なうことができる。第2実施例のハイブリッド車両において、図6に示したトルク不足防止処理ルーチンと同様の処理を行なう際の動作について、特に、トルクの追従遅れが予測される際の動作について、以下に説明する。

【0115】図6のステップS200～ステップS220までの処理は、第2実施例においても同様に行なわれる。すなわち、アクセル開度および車速（駆動軸113の回転数）Nrを入力し、アクセルが全閉状態であるかどうかを判断し、全閉状態のときには、トルクの追従遅れに関する予測を行なう。

【0116】トルクの追従遅れが起こり得ると予測した場合には、ステップS230と同様に、モータMG2が出力し得る負のトルクのうちの最大トルクを、モータMG2の目標トルク T_{m*} として設定する。本実施例の車両が備えるモータMG2も、第1実施例と同様に、回転数に応じて出力トルクの限界値が定まっており、ステップS200に対応する工程で入力した車速に応じて、モータMG2から出力しうる負のトルクの最大値をモータMG2の目標トルク T_{m*} として設定する。

【0117】次に、このモータMG2の目標トルク T_{m*} に基づいて、ステップS240およびステップS260に対応する処理を行なう。ここで、本実施例のハイブリッド車両においても、第1実施例の車両と同様に、走行中にアクセル開度が全閉状態となると予め設定された所定の制動力が車軸に働くように制御を行なっている。モータMG2が出力するトルクは、このような制動力として働くと共に、エンジン150からクラッチモータCMを介してモータMG2および駆動軸113に伝達されるトルクをうち消すために働く。そこで、モータMG2の目標トルク T_{m*} と上記制動力とに基づいて、両者の差に等しくなるように、クラッチモータCMの目標トルク T_{c*} を設定する。

【0118】また、第2実施例のハイブリッド車両では、クラッチモータCMの出力トルクとエンジン150の出力トルクとは等しくなるため、クラッチモータCMの目標トルク T_{c*} が設定されれば、エンジン150の目標トルク T_{e*} も決定される。エンジン150の運転ポイントは、第1実施例と同様に、エンジン150の運

転効率が高いポイントを選択すれば良く、図4に示した動作曲線A上で、エンジントルクが上記トルク T_{e*} となるポイントに対応するエンジン要求動力 P_{e*} およびエンジン目標回転数 N_{e*} が設定される。なお、実際には、このような制御を行なう際には、既述したように、エンジン150、クラッチモータCM、モータMG2の運転状態に関する種々の補正を行なう。

【0119】このように、第2実施例のハイブリッド車両においても、エンジン150からの出力を増大させることによって、アクセル全閉状態から次回動力要求が入力があったときに、直ちに十分な動力をエンジンから得て、走行のもたつきを防止する同様の効果を得ることができる。

【0120】以上本発明の実施例について説明したが、本発明はこうした実施例に何等限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において種々なる状態で実施し得ることは勿論である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施例としてのハイブリッド車両の全体構成を示す説明図である。

【図2】実施例の動力出力装置の作動原理を説明する共線図である。

【図3】トルク制御処理ルーチンを表わすフローチャートである。

【図4】エンジン150の運転ポイントの設定の様子を表わす説明図である。

【図5】実施例の動力出力装置の作動原理を説明する共線図である。

【図6】トルク不足防止処理ルーチンを表わすフローチャートである。

【図7】実施例の動力出力装置の作動原理を説明する共線図である。

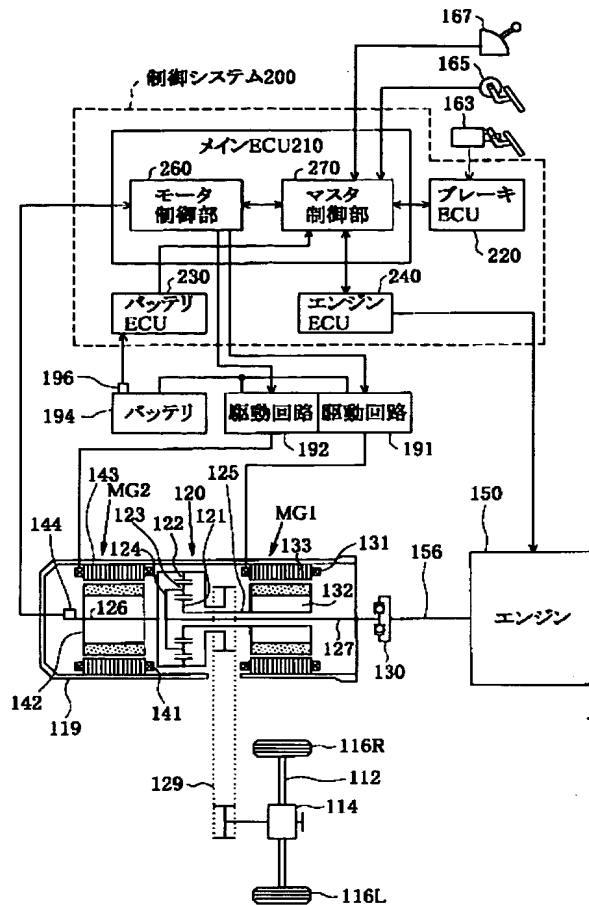
【図8】トルク追従判断処理ルーチンを表わすフローチャートである。

【図9】第2実施例のハイブリッド車両の概略構成を示す説明図である。

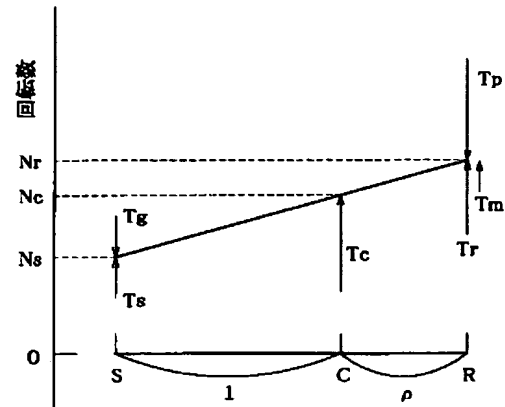
【符号の説明】

112…車軸
113…駆動軸
114…デファレンシャルギア
116R, 116L…車輪
119…ケース
120…プラネタリギヤ
121…サンギヤ
122…リングギヤ
123…プラネタリビニオンギヤ
124…プラネタリキャリア
125…サンギヤ軸
126…リングギヤ軸
127…プラネタリキャリア軸
129…チェーンベルト
130…ダンバ
131, 141…三相コイル
132, 142…ロータ
133, 143…ステータ
144…回転数センサ
150…エンジン
156…クランクシャフト
163…ブレーキセンサ
165…アクセルセンサ
167…シフトポジションセンサ
191, 192…駆動回路
194…バッテリー
196…バッテリーセンサ
200…制御システム
210…メインECU
220…ブレーキECU
230…バッテリーECU
232…インナロータ
233…アウトロータ
240…エンジンECU
260…モータ制御部
270…マスタ制御部

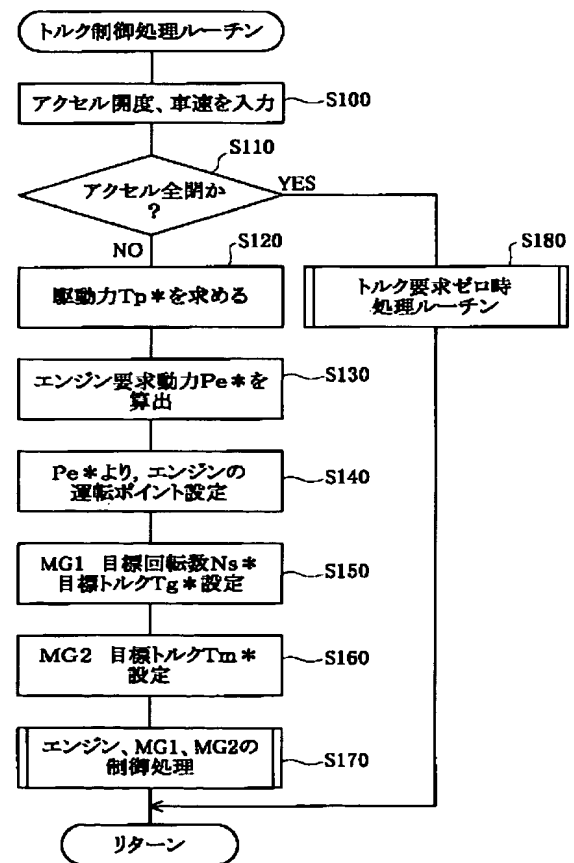
【図1】



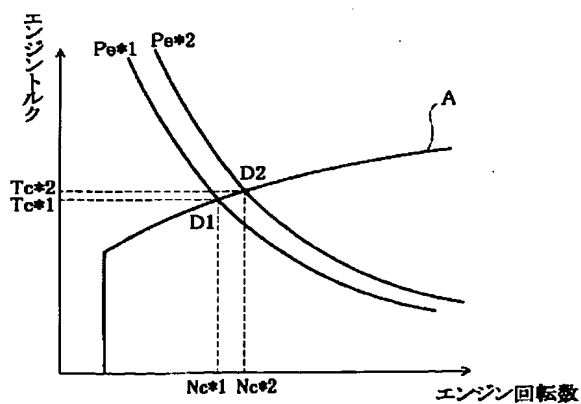
【図2】



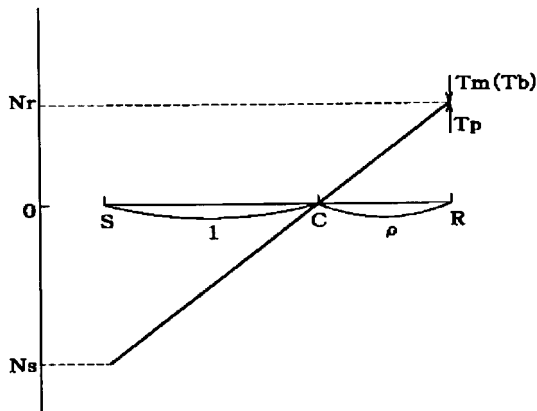
【図3】



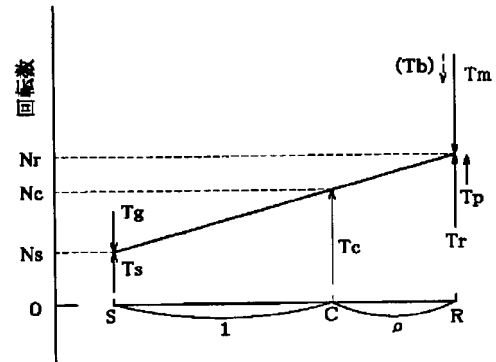
【図4】



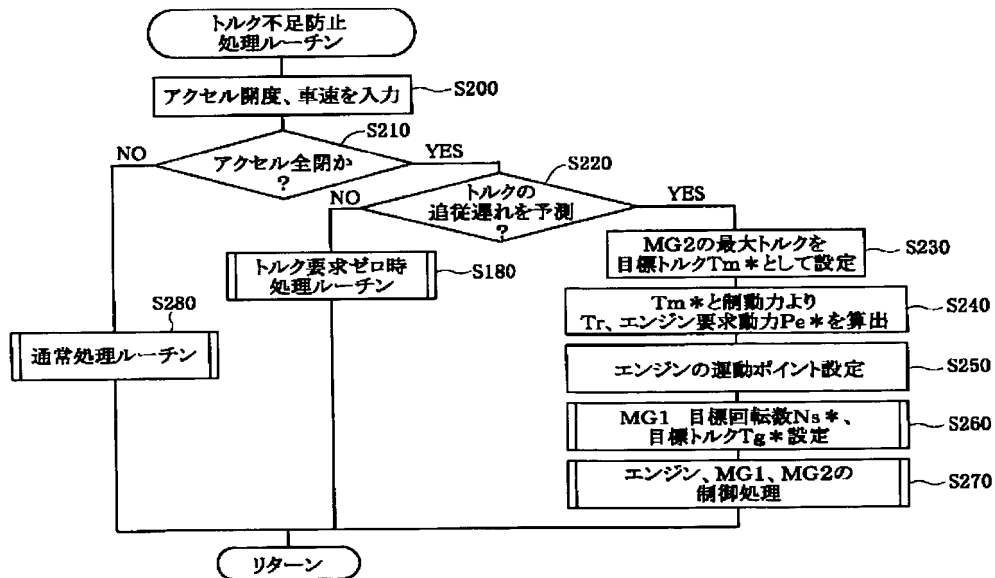
【図5】



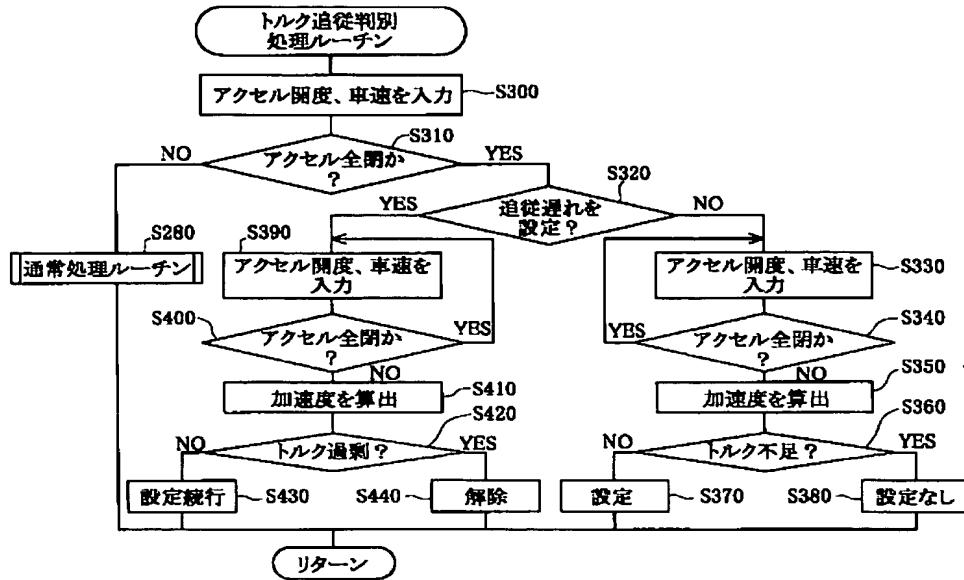
【図7】



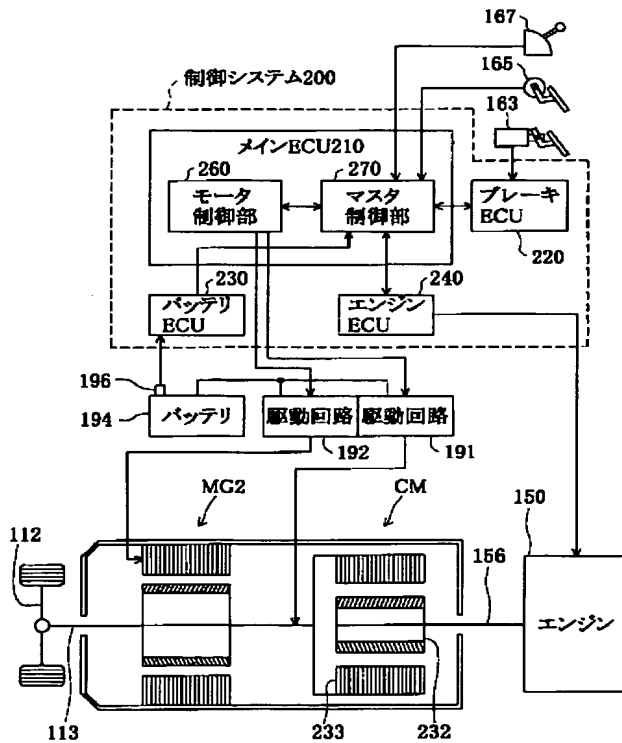
【図6】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

Fターム(参考) 3G093 AA07 BA14 CA12 DA01 DA06
DB11 DB15 DB19 EB09 EC02
5H115 PA01 PA11 PC06 PG04 PI16
PI24 PI29 P002 P006 P017
PU10 PU22 PU24 PU25 PV09
PV23 QE01 QE03 QE04 QE07
QE10 QE13 QI04 QN03 QN06
QN22 QN23 QN24 RB08 RE03
RE13 SE04 SE05 SE06 SE08
TB01 TE01 TI02 T004 T021
T023 T030